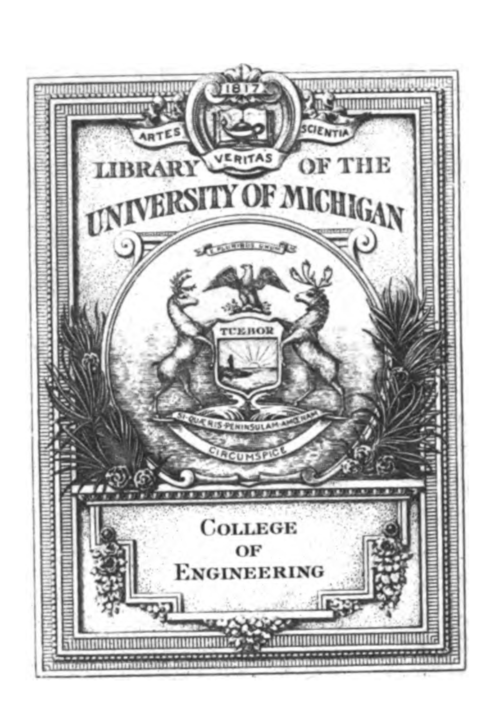
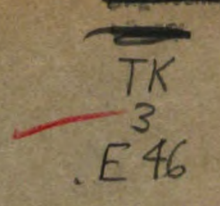

1817
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE
COLLEGE
OF
ENGINEERING





Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

56. Jahrgang

1935

II. Halbjahr

Berlin

Im Buchhandel durch Julius Springer

1935

Inhaltsverzeichnis.

(II. Halbjahr 1935)

A. Sachverzeichnis.

	Seite		Seite
I. Aufsätze, Rundschau und kleinere Mitteilungen	3	IV. Vereinsnachrichten	22
II. Persönliches	21	V. Geschäftliche Mitteilungen	23
III. Literatur (insbes. Buchbesprechungen)	21		

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz. — Brf. = Brief an die Schriftleitung. — B. = Berichtigung. — Vortr. = Vortrag. Bespr. = Besprechung.

Alle Zeichen stehen vor der Seitenzahl. Weitere Abkürzungen s. Abt. A IV, VDE.
Die Umlaute ä, ö, ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Worte mit Umlauten sind den gleichartigen Worten mit einfachen Lauten nachgestellt.

I. Aufsätze, Rundschau und kleinere Mitteilungen.

Ableiter s. Überspannungsschutz.
Abteufanlagen s. Maschinenantrieb.
AEF s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.

Akkumulatoren.

Neuzeitliche Akkumulatoren als Antrieb für Fahrzeuge in Italien. Nach A. Frates. 768.
Techn. Stand und Aussichten der Energiespeicherung in der Elektrizitätsversorgung. L. Musil. *823.
Schutz der Klemmschrauben eines Akkumulators. Nach W. Seitz. 899.
Der elektr. Speicher im Verkehrs- und Transportwesen. Nach Winkler. Vortr. 905.
Ladung von Akkumulatorenbatterien. Nach J. L. Woodbridge. 947.
Die Elektrotechnik auf der Fachausstellung für Städtereinigung in Frankfurt a. M. W. Wegener. *1044.
Vollselbsttätige Batterieladung unter Einhaltung sehr enger Spannungsgrenzen. H. Böhm. *1117.
Einfluß tiefer Temperaturen auf den Bleisammler. Nach G. Génin. 1208.
Neuere französische Patente über elektr. Akkumulatoren. Nach L. Jumau. 1361.
Akkumulatoren (IEC-Bericht). Fürst. 1400.

Aktienrecht.

Der 2. Bericht über die Arbeiten des Aktienrechts-Ausschusses der Akademie für das deutsche Recht. Nach W. Kißkalt. 975.

Akustik s. Meßkunde, Techn. Akustik.
Aluminium s. Leitungen, Schaltanlagen, Stoffkunde, Wärmetechnik.

Anlassen s. Elektr. Maschinen.
Anlauf s. Elektr. Maschinen.
Antennen s. Funkwesen.
Antriebe s. Bahnbau, Kraftfahrzeuge, Maschinenantrieb, Schiffahrt.
Anzeiger f. Hochspannung s. Meßkunde.
Arbeitsbeleuchtung s. Lichttechnik.

Arbeitsbeschaffung.

Gibt es keine stellungslosen Ingenieure mehr? 1378.

Arktis s. Theoret. Elektrot.
Artillerie s. Fernmessung, Schiffahrt.
Asbest s. Stoffkunde.
Atome s. Physik.
Aufzüge s. Maschinenantrieb.
Ausbildung s. Unterricht.
Auslöser s. Schaltgeräte.
Ausschüsse s. Abt. A IV, Vereinsnachr.

Ausstellungen und Messen.

Die Opfer des Brandunglücks auf der Funkausstellung. 1011.
Ausstellung der Rhein-Mainischen Wirtschaft. 924.
Zu der am 14. Juli eröffneten großen Eisenbahnausstellung in Nürnberg. L. Schultheiß. *805.
Auskunftsstellen auf internationalen Messen. 924.
Die 12. Große Deutsche Rundfunkausstellung. G. Krawinkel. *1251.
Die Londoner Funkausstellung. 1262.
Messehefte 1936 der ETZ. 1362. 1414.
Internationale Mustermesse Posen 26. 4. bis 3. 5. 1936. 1362.

Auszeichnungen s. Abt. A II, Persönl.
Außenhandel s. Abt. A V, Gesch. Mitt.
Automaten s. Schaltgeräte.
Automobile s. Kraftfahrzeuge.

Bagger s. Maschinenantrieb.

Bahnbau u. Bahnbetrieb (s. a. Lichttechnik, Signalwesen).

— Anlagen.

Amerika. *838.
Berlin. *819. 1205. 1229.
Bern—Lötschberg—Simplon. 1108.
Bologna—Florenz. *863.
Buenos Aires. *838.
Deutschland. *819. 904. 1056. 1105. 1205. 1229.
England. 876. 1105.
Frankreich. 893. B. 1212.
Haarlem—Zandvoort. 1262.
Holland. 1262.
Italien. *863. 871.
Japan. *1375.
London. 1105.
Nürnberg—Halle/Leipzig. 1056.
Paris—Orléans. 893. B. 1212.
Piacenza—Bettola. 871.
Rußland. 1158.
Säntis-Bergbahn. 968.
Schweiz. 968. 1108.
Tokyo. *1375.

— Allgemeines.

Bericht der Fachgruppe Elektr. Bahnen auf der VDE-Tagung. W. Usbeck. 792.
Durch Einphasen-Gleichrichter gespeiste Gleichstrom-Bahnmotoren. Nach K. Töfflinger. 793.
Hundert Jahre deutsche Eisenbahnen. L. Schultheiß. *805.
50 Jahre Internationaler Verein der Straßenbahnen, Kleinbahnen und öffentl. Kraftfahrunternehmen. A. Haas. 999.
Verwendung neuer Isolierstoffe im Bahnbetrieb. Nach Hermle. 1053.
Zur Bekämpfung der durch elektr. Bahnen verursachten Rundfunkstörungen. Nach E. Restle u. O. Schneider. 1259.

Bahnbau u. Bahnbetrieb.

Verschiebeanlagen ohne Lokomotiven. Nach H. Röhler u. H. Enke. 1260.

Bericht des IEC-Ausschusses für elektr. Bahnausrüstung. Monath. 1290.

— **Bahnkraftwerke.**

Elastische Netzkupplung durch Frequenzumformer für die Bahnstromversorgung. Nach E. Wenzel. 793.

Kraftwerke und Umformerwerke der Paris-Orléans-Bahn. 894.

Fahrbare Unterwerke für die Deutsche Reichsbahn. Nach G. Naderer. 1074.

Die Stromversorgung der Berliner Hoch- und Untergrundbahn. Nach Sindram. 1205.

— **Fahrleitungen.**

Fahrleitungen für Höchstgeschwindigkeiten. Süberkrüb. 842.

Fahrleitungen der Paris-Orléans-Bahn. 896.

Ein neues Verfahren zur Beseitigung von Hochfrequenzstörungen durch Fahrleitungen. Nach E. W. Schumacher. 1279.

— **Bremsung.**

Verwendung neuer Isolierstoffe im Bahnbetrieb. Nach Hermle. 1053.

Bremsproben für Straßenbahnmotoren. K. Töfflinger. *1326.

— **Eisenbahnen.**

— — **Allgemeines.**

Konstruktive Fragen beim Schnellverkehr der Reichsbahn. Nach Stroebe. Vortr. 904.

Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über das 10. Geschäftsjahr 1934. 1105.

Anwendung der Elektroschweißung im Reichsbahnbetrieb und Röntgenprüfung. Nach Stieler. Vortr. 1212.

— — **Elektrisierung in Deutschland.**

Kraftquellen der Verkehrsmittel. Nach Frhr. v. Eltz-Rübenach. Vortr. 904.

Neuere Entwicklung der elektr. Zugförderung im Rahmen der deutschen Energiewirtschaft. Nach Müller. Vortr. 904.

Streckenabschnitt Nürnberg—Halle/Leipzig wird elektrisiert. 1056.

— — **Elektrisierung im Ausland.**

Die neue Schnellzugstrecke Bologna—Florenz der italienischen Staatsbahn. J. Rautenkrantz. *863.

Die Elektrisierung der Strecke Piacenza—Bettola (Italien). Nach M. Semenza. 871.

Erweiterung des elektr. Bahnbetriebes in Südengland. 876.

Die Elektrisierung der Paris—Orléans-Bahn. Bandow. 893. B. 1212.

Geschäftsbericht der Schweiz. Bundesbahnen (SBB) für 1934. 969.

Eisenbahn-Elektrisierungen in Rußland. 1158.

Haarlem-Zandvoort elektrisch. 1262.

— — **Lokomotiven.**

Die Motoren der Kruppschen Höllentalbahn-Lokomotive. L. Schön. 808.

Lokomotiven der Paris-Orléans-Bahn. 896.

Die Einheitslokomotive Reihe 1170.200 der Österreichischen Bundesbahnen. Nach W. Orel. 1157.

Bahnbau u. Bahnbetrieb.

Neuzeitliche dieselelektr. Fahrzeugantriebe. Nach Koeppen. Vortr. 1368.

— — **Triebwagen u. and. Fahrzeuge.**

Neue Schnelltriebwagen der Reichsbahn dem Verkehr übergeben. 846.

Triebwagen der Paris—Orléans-Bahn. 896.

Die Schienentriebwagen vom Standpunkte der Betriebswirtschaft. Nach M. Hug. Vortr. 1000.

Neuer amerikanischer diesel-elektr. Triebwagenzug. 1027.

Leichttriebwagen für die Bern-Lötschberg-Simplon-Bahn. 1108.

Der Einheits-Wechselstromtriebwagen der Deutschen Reichsbahn. Nach Taschinger u. Förster. 1307.

Einphasen - Wechselstrom - Leichttriebwagen der Schweizerischen Bundesbahnen. Nach W. Lüthi. 1332.

Die dieselelektr. Schnelltriebwagen der Deutschen Reichsbahn und ihre Steuerungen. H. Hasse. *1353.

Neuzeitliche dieselelektr. Fahrzeugantriebe. Nach Koeppen. Vortr. 1368.

Neuzeitliche dieselelektr. Triebwagen. Nach Max. Vortr. *1369.

— **Straßenbahnen.**

Neuzeitliche Straßenbahnsteuerungen. Nach E. Dozler. 793.

Nahverkehr und seine neue Organisation in Deutschland. Nach W. Benninghoff. Vortr. 999.

Die techn. Entwicklung des allgem. Verkehrs im Laufe der letzten 10 Jahre. Nach L. Mackinnon. Vortr. 1000.

Feinregelung für Straßenbahnwagen. Nach A. Bockemühl. 1053.

Bremsproben für Straßenbahnmotoren. K. Töfflinger. *1326.

Elektrowagen in Elektrizitätswerken und Straßenbahnbetrieben. 1417.

— **Schnellbahnen.**

Neue Untergrundbahnstrecke in Buenos Aires. A. Geldermann. *838.

Nahverkehr und seine neue Organisation in Deutschland. Nach W. Benninghoff. Vortr. 999.

Pläne zur Verkehrsverbesserung in London. 1105.

Neue Triebwagen für die Berliner S-Bahn. Nach M. Breuer u. Lichtenfeld. 1229.

Die Untergrundbahn in Tokyo. F. Nettel. *1375.

— **Verschiedene Bahnen.**

Elektr. Verbundlokomotive. 1307.

Signalanlage für Fahrdrahtbahn unter Tage. 1362.

— **Oberleitungs-Elektromobile.**

Die elektr. Ausrüstung der neuen BVG-Oberleitungs-Omnibusse. F. Finck. *819.

Über die Entwicklung, die Wirtschaftlichkeit und die Vorzüge der Obbusbetriebe. Nach W. Rödiger. 900.

Die „Elektromote", ein Vorläufer des Oberleitungs-Omnibus. 904.

Betrieb mit Oberleitungsomnibussen. Nach C. Harmel. 969.

Die techn. Entwicklung des allgem. Verkehrs im Laufe der letzten 10 Jahre. Nach L. Mackinnon. Vortr. 1000.

Fortschritte der Fahrdrahtbusse während der letzten 5 Jahre. Nach Ch. Harmel. Vortr. 1000.

Bakelit s. Stoffkunde, Theor. Elektrot.
Batterien s. Akkumulatoren.
Beglaubigungen s. Prüfämter.
Belastung s. Elektr.-Werke.
Beleuchtung s. Lichttechnik.

Bergbau.

Tauchpumpen im Tagebaubetrieb. F. Hannig. *759.

Elektr. Zündung von Sprengschüssen im Bergbau. Nach Blumberg. 843.

Die elektr. Einrichtungen in Aufbereitungen und Kokereien. Nach Geller. Vortr. 905.

Neuere elektr. Handlampen im englischen Bergbau. Nach T. R. Barnard. 948.

Fachgruppe für Bergwerksbeleuchtung. 1090.

Geoelektrische Aufschließung unter Benutzung von Bohrlöchern. Nach Hummel. Vortr. 1210.

Elektr. Verbundlokomotive. 1307.

Signalanlagen für Streckenförderungen unter Tage. Nach L. Schäfer. 1331.

Kurzschlußschutz von Gleichstrom-Baggermotoren durch Stromspitzendämpfung. Nach F. Hannig u. J. Gewecke. 1332.

Erfahrungen mit neuzeitlichen Abteufmotoren. Nach W. Hild. 1332.

Signalanlage für Fahrdrahtbahn unter Tage. 1362.

Berichtigung. 884. 932. 980. 1084. 1212. 1372.
Beschleunigung s. Meßkunde.
Besprechungen s. Abt. A III, Literatur.
Bestimmungen des VDE s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Betriebsleiter s. Tagungen.
Betriebsüberwachung s. Elektr.-Werke.
Bezugsquellenverzeichnis. 804. 932. 1012. 1212. 1316. 1404.

Bildtelegraphie und Fernsehen.

Neuere Bildzerleger in der Fernsehtechnik. W. Heimann. *761.

Über Fernsehen. Banneitz. Vortr. *785.

Bericht der Fachgruppe Funktechnik auf der VDE-Tagung. G. Leithäuser. 794.

Messungen an Fluoreszenzschirmen, insbesondere bei Erregung mit Elektronenstrahlen. Nach M. von Ardenne. 844.

Zur Frage des Fernsehens in natürlichen Farben. G. Krawinkel. 866.

Die rundfunkmäßige Verbreitung von Tonbildsendungen auf ultrakurzen Wellen in Deutschland. Nach W. Scholz. 902.

Elektrographie, ein neues elektrostatisches Aufzeichnungsverfahren und seine Anwendungen. P. Selényi. Vortr. *961.

Fernsehkabel New York—Philadelphia. 1106.

Die „durchsichtige" Photokathode und ihre Eignung für elektronenoptische Systeme und Fernsehübertragung. Nach W. Kluge u. W. Heimann. 1154.

Breitbandkabel mit neuartiger Isolation. H. F. Mayer u. E. Fischer. *1245.

Fernsehen auf der 12. Großen Deutschen Rundfunkausstellung. 1251.

Weiterentwicklung des Fernsehens im ersten Halbjahr 1935. 1356.

Fernsehen in Paris. 1362.



Bildzeichen s. Normen.
Blei s. Leitungen.
Blendung s. Lichttechnik.
Blindstrom s. Elektr.-Werke, Kondensatoren.
Blitz s. Überspannung.
Bremsen s. Bahnbau.
Bremsmagnet s. Magnetismus.
Bremsschaltung s. Maschinenantrieb.

Brennkraftmaschinen.
Neuer amerikanischer dieselelektr. Triebwagenzug. 1027.
Das dieselmotorschiff „Baden" der Deutschen Reichsbahn. 1028.
Entwicklung des Kohlenstaubmotors. Nach Wahl. Vortr. 1210.
Die dieselelektr. Schnelltriebwagen der Deutschen Reichsbahn und ihre Steuerungen. H. Hasse. *1353.
Neuzeitliche dieselelektr. Fahrzeugantriebe. Nach Koeppen. Vortr. 1368.
Neuzeitliche dieselelektr. Triebwagen. Nach Max. Vortr. *1369.
Verbrennungsmotoren (IEC - Bericht). Langer. 1399.

Brennstoffe s. Energiewirtschaft, Stoffkunde.
Brücken s. Meßkunde.
Bücher s. Abt. A III, Literatur.
Bürsten s. Elektr. Maschinen.

Chemie s. Elektrochemie.
Chrom s. Wärmetechnik.
CIGRE s. Abt. A IV, Vereinsnachr.

Dampfkessel (s. a. Wärmetechnik).
Bericht der Fachgruppe Kraftwerke auf der VDE-Tagung. H. Kyser. 789.
Die Kessel der „Potsdam". 809 .
Hochspannungs-Elektroden-Dampfkessel. 1193.

Dampfkraft s. Dampfkessel, Elektr.-Werke, Energiewirtschaft.

Dampfmaschinen.
150jährige Geburtstagsfeier der ersten deutschen Dampfmaschine. 950.

Dampfturbinen (s. a. Schiffahrt).
Neuere Regelungen für Industrie-Dampfturbinen. Nach W. Guilhaumann. 789.
Die Turbinen des Ostasiendampfers „Scharnhorst". 815.
Bericht des IEC-Ausschusses „Dampfturbinen". Josse. 1161.

Dampfüberhitzer s. Wärmetechnik.
Detektoren s. Funkwesen.
Deutonen s. Physik.

Dezimalklassifikation.
Zur Einführung der Dezimalklassifikation. Har. Müller. *749.

Dickenmessung s. Meßkunde.
Dielektrikum s. Theoret. Elektrot.
Dieselmotoren s. Brennkraftmaschinen, Schiffahrt.
Dissertationen s. Abt. A III, Literatur.
Drähte s. Leitungen.
Drahtfunk s. Hochfrequenztelephonie.
Drahtlose Technik s. Funkwesen.
Drehmoment s. Meßkunde, Theor. Elektrotechnik.
Drehspulgeräte s. Meßkunde.
Drosselspulen (s. a. Theor. Elektrot.).
Fortschritte im Bau von Kurzschluß-Drosselspulen. Nach L. Soelch u. G. Henselmeyer. 921.
Unterbringung der Drosselspulen für Quecksilberdampflampen. 1331

Durchschlag s. Theoret. Elektrot.
Dynamos s. Elektr. Maschinen.

Echolot s. Signalwesen, Techn. Akustik.
Eichung s. Meßkunde.

Einheiten (s. a. AEF in Abt. A IV, Vereinsnachrichten).
Fachgruppen für Primärstandard und Lichtstärkeeinheit. 1089.
Festsetzungen der Fachgruppe für Definitionen der Internationalen Beleuchtungskommission. 1089.
Bericht der IEC-Sektion „Elektr. u. magnet. Einheiten". Wallot. 1111.
Bericht der IEC-Sektion „Formel- und Einheitszeichen". Wallot. 1112.
Einführung der absoluten elektr. Einheiten am 1. 1. 1940. 1386.

Eisen s. Hütte, Magnetismus, Stoffkunde, Wärmetechnik.
Eisenbahnen s. Bahnbau, Signalwesen.

Elektrische Maschinen.
— Allgemeines.
Bericht der Fachgruppe Maschinen auf der VDE-Tagung. F. Unger. 792. B. 884.
Fortschritte im Kommutatorbau. 867.
Bürstenfeuer unter der Bürste. Nach R. E. Hellmund u. L. R. Ludwig. 897.
Bedeutung und Aufbau des Schutzes elektr. Maschinen. Nach E. Bopp. 946.
Geräuschlose Motorlager. 1051.
Rundfunk-Netzgerät als Schadenmelder. Nach J. Maul. 1101.
Bericht des IEC-Ausschusses „Maschinen und Transformatoren". Kloß. 1112.
Der Verlauf von Wanderwellen in elektr. Maschinen und deren Schutz beim Anschluß an Freileitungen. Nach H. Neuhaus u. R. Strigel. 1256.
Die elektrostatischen Maschinen. Nach H. Strauch. 1277.
Die Anwendung von Axiallüftern zur Kühlung elektr. Maschinen. Nach R. Poole. 1300.
Entwurf der Gehäuse großer elektr. Maschinen. Nach R. Poole. 1304.
Klemmenbezeichnungen (IEC-Tagungsbericht). Kade. 1346.

— Theorie und Entwurf.
Erfahrungen über Verwendung von Aluminium in elektr. Anlagen. Nach T. Müller. 839.
Der Einfluß der Spulenbreite von Erregerspulen auf die Streuung in den Pollücken. Nach Th. Lehmann. 867.
Formeln zu einer einfachen Austeilung von Wechselstromwicklungen. H. Sequenz. *983.
Verwendung neuer Isolierstoffe im Bahnbetrieb. Nach Hermle. 1053.
Das Görgessche Durchflutungspolygon. Nach F. Heller u. W. Kauders. 1102.

— Gleichstrommaschinen.
Stabilität von Gleichstrom-Reihenschlußmotoren in Kreisschaltung. Nach F. Stier. 792. B. 884.
Elektr. Zündung von Sprengschüssen im Bergbau. Nach Blumberg. 843.
80 Jahre Doppel-T-Anker. 846.
Bürstenfeuer unter der Bürste. Nach R. E. Hellmund u. L. R. Ludwig. 897.

Elektrische Maschinen.
Näherungsrechnung zur Bestimmung der Mindestgrößen von Entstörungskondensatoren für Gleichstrommaschinen. K. Heinrich. *943. Brf. 1424.
— W. Urban. Brf. 1421.
— H. Lange. Brf. 1422.
— W. Himmelreicher. Brf. 1422.
— F. Conrad. Brf. 1423.
— W. Oehlerking. Brf. 1423.
Über das Drehzahlverhalten von Gleichstrom-Walzmotoren. Nach L. A. Umansky u. T. M. Linville. 945.
Grobschalten von Gleichstrommotoren. Nach R. L. Findley. 968.
Die elektr. Vorgänge in den Stromkreisen der Lichtbogen - Schweißdynamo. Nach L. Müller. 968.
Ein neuer netzunabhängiger Kleinmotor. 1073.
Gleichstrommaschinen mit verzerrter Kennlinie. Nach Ch. Lamboeuf. 1102.
Zur Regelung von Gleichstrommotoren über gittergesteuerte Gleichrichter. Nach W. Schilling. 1126.
Bremsproben für Straßenbahnmotoren. K. Töfflinger. *1326.
Stromwendung von Gleichstrommaschinen bei Stoßlast. Nach Schenfer u. Juditzki. 1415.
Betrieb eines Hauptstromgenerators, der auf Gegenspannung arbeitet. Nach L. Gratzmuller. 1416.

— Wechselstrommaschinen, Allgemeines.
Formeln zu einer einfachen Austeilung von Wechselstromwicklungen. H. Sequenz. *983.

— Synchronmaschinen.
Freie und erzwungene Schwingungen eines Drehstromgenerators. Nach T. F. Wall. 765.
Die Rückwirkung von Asynchronmaschinen auf pendelnde Netze. Nach R. Brüderlink. 789.
Propellergleichlauf über Synchronmaschinen. Nach H. Eichhorn. 792.
Moderner Aufbau großer Wasserkraftgeneratoren. Nach H. Winkelsträter. 792.
Der Synchronmotor als Antriebsmotor in industriellen Anlagen. Nach Chr. Kneller. 793.
Synchron-Generatoren und -Motoren zum Antrieb des Ostasiendampfers „Scharnhorst". 816.
Schnell- und Stoßerregung von Synchronmaschinen über Gleichrichter in Stromtransformatorschaltung. H. Harz. *833.
Der „Stromrichter"-Motor. Nach E. F. W. Alexanderson u. A. H. Mittag. 868.
Der Drehstrom-Doppelfeldmotor für doppelsynchrone Drehzahl. I. Das Betriebsverhalten des Doppelfeldmotors, insbesondere seine Pendelneigung und ihre Unterdrückung. M. Kloß. *885.
— II. Vergleich theoretischer Ergebnisse mit Versuchswerten sowie Anlaßverfahren. H. Steudel. *909. B. 980.
Neue Rundlochklauen-Polbefestigung. Nach E. Jäger. 1020.
Kleine selbstanlaufende Zeit-Synchronmotoren. Nach W. Holmes u. E. Grundy. 1073.
Ständerstreureaktanz von Synchronmaschinen. Nach L. A. March u. S. B. Crary. 1102.



Elektrische Maschinen.

Selbsttätige Anlaßverfahren für Hochspannungs-Synchronmotoren. Nach B. Fleck. 1156.

Kurzer Überblick über den Entwicklungsstand des Antriebes von Synchronuhren. W. Kesseldorfer. *1271.

— **Asynchronmaschinen.**

— — **Theorie.**

Die Geräuschanalyse des Kurzschlußmotors als Fehlerindikator. Nach H. Lund. 792.

Anlauf und Betrieb von Induktionsmotoren mit verschiedenen Läuferarten. Nach E. Dünner. 867.

Stromverdrängung bei Doppelstabläufermotoren. E. Kübler. Brf. 980.

Synchrone Wirkung der Oberfelder bei Käfigankermotoren. Nach W. Schuisky. 1102.

Stromvektordiagramm der Bremsschaltung von Siemens. Nach K. P. Kovács. 1126.

Über die Eigenschaften von Drehstrommotoren für 50 Hz bei Betrieb mit 20 bis 0 Hz. A. Leonhard. *1215.

Umlaufende magn. Kräfte in Käfigankermotoren. Nach F. Heller u. S. Matěna. 1228.

Das Anlaufmoment des Einphasenmotors mit Hilfsphase. W. Schuisky. *1275.

— — **Verschiedenes.**

Störungsfreier Parallelbetrieb von Kraftwerken durch Verwendung eines neuen, frequenzsteifen Generators asynchroner Bauart. E. Tüxen. *753.

Die Motoren der Kruppschen Höllentalbahn-Lokomotive. L. Schön. 808.

Der durch Kondensatoren selbsterregte Drehstrom-Asynchrongenerator. Nach H. Hafner. 841.

Erzeugung einer konstanten Wechselspannung bei schwankender Netzspannung. P. Boros. 997.

Gleichzeitige Verwendung von Drehstrom-Aufzugsmotoren als Spartransformatoren für Steuerstromkreise. Nach A. Stark. 1203.

Einphasen-Induktionsmotoren für Schallplattenantriebe. Nach E. C. Wadlow. 1254.

— **Wechselstrom-Kommutatormaschinen**

Zur Theorie der Asynchronmaschine mit Reihenschlußdrehfeld - Erregermaschine. Nach F. Pinter. 838.

Über Selbsterregung und deren Verhütung bei Drehstrom-Reihenschlußmaschinen. J. Kozisek. Vortr. *1121.

Über die Eigenschaften von Drehstrommotoren für 50 Hz bei Betrieb mit 20 bis 0 Hz. A. Leonhard. *1215.

— **Umformer.**

Elastische Netzkupplung durch Frequenzumformer für die Bahnstromversorgung. Nach E. Wenzel. 793.

Betriebserfahrungen mit den Umformern des Aluminiumwerks in Wolchow. Nach H. Schmidt. 945.

Elektrisiermaschine s. Theoret. Elektrot.
Elektrisierung s. Bahnbau, Elektrizitätswerke, Energiewirtschaft.

Elektrizitätswerke (s. a. Bahnbau, Brennkraftmaschinen, Dampfkessel, Dampfturbinen, Energiewirtschaft, Fernmessung, Leitungen.
Amerika. 1158.
Berlin. 756. 1108.
Breitungen. *1013.
Deutschland. *756. 868. 876. *1013. *1373. *1408.
Eichholz. *1409.
Frankreich. 1032.
Gdingen. 1262.
Häusern. *1373.
Innwerk. 876.
Irland. 1033.
Japan. 1362.
Leningrad. 839.
Mähren. 763.
Oberspree. *756.
Österreich. 868. 876.
Passamaquoddy. 1158.
Polen. 1262.
Rummelsburg. *756.
Rußland. 839.
Sautet. 1032.
Schluchseewerk. *1373. *1408.
Schweden. 763.
Shannon. 1033.
Spullerseewerk. 868.
Traunitzmühle. 763.
Wien. 876.

— **Allgemeines.**

Wirtschaftliche und betriebliche Bedeutung von Spitzen-Dampfkraftwerken. Nach H. Schult. 789.

Bericht der Fachgruppe Kraftwerke auf der VDE-Tagung. H. Kyser. 789.

Bericht der Fachgruppe Betrieb von Netzen auf der VDE-Tagung. A. Schmolz. 789.

Die Leistung der Elektrizitätswerke Berlins. 1108.

— **Anlagen (Beschreibung und Entwurf).**

— — **Wasserkraftwerke.**

Selbsttätiges Wasserkraftwerk in Mähren. Nach Piche. 763.

Die staatlichen Kraftwerke Schwedens. Nach Borgquist. 763.

Techn. Stand und Aussichten der Energiespeicherung in der Elektrizitätsversorgung. L. Musil. *823.

Die selbsttätige Stollenpumpenanlage des Spullerseewerks. Nach A. Hruschka. 868.

Neues Kraftwerk in der Nähe von Wien. 876.

Neue Kraftwerke am Inn. 876.

Staudamm und Kraftwerk Sautet. 1032.

Energieversorgung Irlands (Shannon-Anlage). 1033.

Deutsche Kraftwerksausrüstung für Japan. 1362.

Die elektr. Einrichtungen des Schluchseewerkes. W. Leitner. *1373. *1408.

— — **Wärmekraftwerke.**

Die staatlichen Kraftwerke Schwedens. Nach Borgquist. 763.

Die Entwicklung der UdSSR-Heizkraftwerke in den letzten 10 Jahren. 839.

Kraftwerk Gdingen. 1262.

— — **Verschiedene Kraftwerke.**

Schaltanlage für Großstadt-Elektrizitätswerke. Die Abspannwerke Oberspree und Rummelsburg, Berlin. F. Klostermann. *756.

Das 60 (100)/50/30 kV-Umspannwerk Breitungen. K. Thürwächter. *1013.

Elektrizitätswerke.

Fahrbare Unterwerke für die Deutsche Reichsbahn. Nach G. Naderer. 1074.

Das Passamaquoddy-Flutkraftwerk. 1158.

— **Belastungsverhältnisse.**

Speicherung s. a. Wärmetechnik.

Thermische Spitzenkraftwerke im Verbundbetrieb. Nach H. Gleichmann. 789.

Wirtschaftl. u. betriebl. Bedeutung von Spitzen-Dampfkraftwerken. Nach H. Schult. 789.

Der Ausbau von Niederspannungsnetzen unter dem Gesichtspunkt des gesteigerten Stromabsatzes. Nach W. v. Mangoldt. 791.

Techn. Stand und Aussichten der Energiespeicherung in der Elektrizitätsversorgung. L. Musil. *823.

Die Befriedigung des Lichtbedürfnisses als Wirtschaftsfaktor. Nach J. Adolph. 1088.

Erfahrungen mit hochelektrifizierten Dörfern. Nach C. Th. Kromer. Vortr. 1233.

Die Belastung des Netzes durch elektr. Schweißeinrichtungen. Nach H. Wilbert. *1411.

— **Betriebsüberwachung.**

Fernüberwachung von Kraftnetzen in England. Nach E. M. S. Mc Whirter 1385.

Betriebsleitertagung 1935. 1390.

— **Blindstromfragen.**

Über das Verhalten von Hochspannungs-Phasenschieber-Kondensatoren großer Leistung in ausgedehnten Mittelspannungsnetzen. Nach H. Schulze. 790.

Das Schalten von Hochspannungs-Phasenschieber-Kondensatoren großer Leistung nach Netzversuchen. Nach H. Grünewald. 790.

— **Parallelbetrieb von Kraftwerken.**

Störungsfreier Parallelbetrieb von Kraftwerken durch Verwendung eines neuen, frequenzsteifen Generators asynchroner Bauart. E. Tüxen. *753.

Leitungsschutz beim Außertrittfallen der Kraftwerke. F. Cornelsen. *963.

— **Verschied. technische Betriebsfragen.**

Zusammenschluß oder Trennung von Erdungen in Hochspannungsanlagen. Nach W. Koch. 791.

Kann beim Vorhandensein eines Gleichstrom - Dreileiter - Anschlusses der gleichzeitige Anschluß an eine Drehstrom-Vierleiter-Anlage Gefahr bringen? E. Rosseck. 899.

Stromrichterbelastung der Hochspannungsnetze. L. Lebrecht. Vortr. *957. *987. Bespr. 1003.

Oberwellen im Hochvoltnetz der ESAG. K. Halbach. *1045.

Transformatorenreserve ohne Leerlaufverluste. Nach H. Zwilling. 1101.

Gleichzeitige Verwendung von Drehstrom-Aufzugsmotoren als Spartransformatoren für Steuerstromkreise. Nach A. Stark. 1203.

Schnelles Wiedereinschalten gefallener Ölschalter. 1227.

Sofortiges Wiedereinschalten von 100 kV-Schaltern. Nach J. T. Johnson u. J. W. Graff. 1329.

Elektrowagen in Elektrizitätswerken und Straßenbahnbetrieben. 1417



Elektrizitätswerke.

— **Geschäftlich-Wirtschaftliches.**

Beitrag zur Kostenverteilung eines Elektrizitätswerkes. W. Rennwagen. *773.

Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitätswerke. 878. 1132. 1234.

Erfolg des Werbefeldzuges für gute Beleuchtung. Nach G. B. Regar. 1088.

— **Tarifwesen.**

Beitrag zur Kostenverteilung eines Elektrizitätswerkes. W. Rennwagen. *773.

Der Haushalt-Strompreis in den V. S. Amerika, eine staatliche Untersuchung. A. G. Arnold. 927.

Das neue französische Gesetz über die Senkung der Strompreise. 1183.

Elektrizitätswirtschaft s. Energiewirtsch.

Elektrizitätszähler s. Meßkunde.

Elektrochemie (s. a. Stoffkunde).

Die Messung von metallischen Überzügen durch Elektrolyse. Nach A. Glazunow. 949.

Die elektrolytische Feinung von Aluminium. 970.

Das Elektrolytzinkwerk zu Viviez. 1053.

Die elektrolytische Entfettung von verzinnten Metallstücken. 1055.

Die elektrolytische Herstellung von Kalziumborid. Nach J. L. Andrieux. 1055.

Stromrichter für Hochstromanlagen. K. Baudisch u. W. Leukert. *1141. *1197.

Elektrolytische Zinkphosphat-Überzüge. 1308.

Elektroden s. Wärmetechnik.

Elektrographie s. Bildtelegraphie.

Elektroindustrie s. Abt. A V, Gesch. Mitt.

Elektrolyse s. Elektrochemie.

Elektrokarren s. Kraftfahrzeuge.

Elektromagnet s. Magnetismus.

Elektromobile s. Bahnbau, Kraftfahrz.

Elektromote s. Bahnbau

Elektronen s. Theoret. Elektrot.

Elektronenoptik s. Theoret. Elektrot.

Elektronenröhren s. Funkwesen, Meßkunde, Röhren, Theoret. Elektrot., Verstärkertechnik.

Elektrostatik s. Theor. Elektrot.

Elektrotechn. Verein s. Abt. A IV.

Elektrowärme s. Wärmetechnik.

Elementarteilchen s. Physik.

Elemente.

Braunstein als Depolarisator. Nach C. Drotschmann. 972.

Die Unsicherheit der Spannung des Westonelementes. Nach Th. Fecker, F. Emde. 1306.

Empfänger s. Funkwesen.

Energiewirtschaft (s. a. Elektr.-Werke)

— **Wasserwirtschaft.**

Staudamm und Kraftwerk Sautet. 1032.

Energieversorgung Irlands (Shannon-Anlage). 1033.

— **Wärme- und Brennstoffwirtschaft.**

Gedanken über die zukünftige Energiewirtschaft Deutschlands. Nach Nübling. Vortr. 904.

Aufgaben der deutschen Wirtschaft. Nach H. Röchling. Vortr. 1181.

Energiewirtschaft.

Bedeutung der Steinkohle für die Energieerzeugung Deutschlands. Nach Schulte. Vortr. 1210.

— **Elektrizitätswirtschaft.**

— — **Allgemeines.**

Techn. Stand und Aussichten der Energiespeicherung in der Elektrizitätsversorgung. L. Musil. *823.

Ausnutzung und Wettbewerbsfähigkeit des Elektromotors in der Landwirtschaft. Nach K. Dolzmann. Vortr. *927.

Neues elektr. Versuchsdorf. 950.

Internationale Zusammenarbeit in der Elektrizitätswirtschaft. Nach G. J. Th. Bakker. Vortr. 1182.

— — **Deutschland.**

Bericht der Fachgruppe Kraftwerke auf der VDE-Tagung. H. Kyser. 789.

Zusammenarbeit zwischen öffentl. und industriellen Energiebetrieben. Nach Lent. 904.

Die Elektrizitätswirtschaft im Lande Sachsen. W. Meyer. *1031.

Die Elektrizitätswirtschaft im Rahmen der Deutschen Versorgungswirtschaft. 1080.

Fachvorträge der Jahrestagung Saarbrücken 1935 der WEV und des REV. 1181.

Aufgaben der Deutschen Wirtschaft. Nach H. Röchling. Vortr. 1181.

Eingliederung des Saargebietes in die deutsche Elektrizitätswirtschaft. Nach Menge. Vortr. 1181.

Neue Wege der Energieversorgung? Nach G. Warrelmann. Vortr. 1182.

Erfolg des Werbefeldzuges für gute Beleuchtung. Nach G. B. Regar. 1088.

Bedeutung und Entwicklung des elektr. Lichtverbrauchs in Europa. Nach B. Seeger. 1088.

Die Befriedigung des Lichtbedürfnisses als Wirtschaftsfaktor. Nach J. Adolph. 1088.

Saartagung der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung am 26. bis 28. September 1935 in Saarbrücken. 1129.

10 Jahrbücher der Verkehrsdirektion der Berliner Kraft- und Licht (Bewag)-Aktiengesellschaft. 1130.

Erfahrungen mit hochelektrifizierten Dörfern. Nach C. Th. Kromer. Vortr. 1233.

Gesetz zur Förderung der Energiewirtschaft. 1414.

Die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1934 (Statistik des REV). Büggeln. 1337.

Der Aufbau und die Verflechtungen der Elektrowirtschaft. A. Friedrich u. B. Thierbach. *1391.

Erzeugung und Verbrauch elektr. Arbeit in Deutschland. 777. 827. 976. 1081. 1183. 1285.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft. 878. 1132. 1234.

— — **Übriges Europa.**

Die landwirtschaftliche Stromversorgung in England. Nach B. Matthews. 776.

Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft Frankreichs in den Jahren 1933 und 1934. J. Hak. *877.

Die Elektrizitätswirtschaft Großbritanniens in den Jahren 1933 und 1934. P. Frhr. v. Stritzl. *973.

Spaniens Elektrizitätswirtschaft. B. Kiesewetter. *1282.

Energiewirtschaft.

Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft der Schweiz im Berichtsjahr 1934. 1335.

Lehren, die man in Frankreich aus der Organisation des englischen Landesverteilungsnetzes ziehen kann. Nach E. Melot. 1338.

Die Elektrizitätswirtschaft und die neuen gesetzlichen Verordnungen in Frankreich. Nach A. Mestre. 1338.

Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft Polens. C. Poralla. *1394.

— — **Amerika.**

Rasch wachsender Stromverbrauch in Nigeria. 827.

Die Stromversorgung Neu-Seelands. Nach F. T. Kissel. 1184.

Haushaltsstromabnahme der V. S. Amerika. Nach W. M. Carpenter. 1184. B. 1212.

Entfettung s. Elektrochemie.

Entladung s. Theoret. Elektrot.

Entstörung s. Funkwesen.

Entteerung s. Gasreinigung.

Erdschluß und Erdschlußschutz.

Bedeutung und Aufbau des Schutzes elektr. Maschinen. Nach E. Bopp. 946.

Leitungsschutz beim Außertrittfallen der Kraftwerke. F. Cornelsen. *963.

Über Schutzleiter für Schutzschaltung. Walter. Brf. 979.

— F. Dittrich. Brf. 980.

Die Ausbreitung des Wechselstroms im Erdreich zwischen zwei in der Erdoberfläche liegenden Elektroden. Nach H. Buchholz. 1334.

Koronaverluste bei Erdschluß. Nach J. S. Carroll u. D. M. Simmons. 1415.

Erdungen s. Elektr.-Werke, Schaltanlagen.

Erfindungen s. Rechtspflege.

Erosion s. Leitungen.

Erregung s. Elektr. Maschinen.

Erwärmung, s. Leitungen, Wärmetechnik.

Erze s. Wärmetechnik.

ETZ s. Abt. A III, Literatur.

Fabrik s. Maschinenantrieb u. Abt. A V, Geschäftl. Mitteilungen.

Fahrdrahtbus s. Bahnbau.

Fahrleitungen s. Bahnbau.

Fahrzeuge s. Bahnbau, Kraftfahrzeuge, Lichttechnik, Schiffahrt, Signalwesen.

Fassungen s. Installationswesen.

Fehlerortsbestimmung s. Leitungen.

Feld, elektr., s. Theoret. Elektrotechn.

Feld, magn., s. Magnetismus.

Fernleitung s. Leitungen.

Fernmeldetechnik s. Bildtelegraphie, Fernsprech-, Funk-, Signal-, Telegraphenwesen, Hochfrequenztelephonie, Leitungen, Röhren, Verstärkertechnik.

Fernmessung und Fernsteuerung (s. a. Elektrizitätswerke)

Eine neuartige Anwendung der Fernbedienung über ein als Blitzschutzseil ausgebildetes Kabel mit Streckenschutz unter Verwendung von Tonfrequenzen. Nach W. Semmler. 795.

Fernmeßanlagen in ausgedehnten Landesnetzen. Nach K. Riedel. 796.

Fernsteueranlage für einen Getreidespeicher. 904.

Elektr. Fernsteuerungen für die Schiffsartillerie. Nach A. Sornein. 924.



Fernmessung u. Fernsteuerung.

Kompensations-Fernmeßeinrichtung mit Photozelle. 967.

Theorie der Servo-Steuerungen. Nach H. L. Hazen. 1279.

Fernwirkanlagen. G. August. Vortr. *1363.

Fernüberwachung von Kraftnetzen in England. Nach E. M. S. McWhirter. 1385.

Drehfeld-Übertragungssystem mit Gleichstromerregung. Nach Sornein. 1389.

Die elektr. Einrichtungen des Schluchseewerkes. W. Leitner. *1408.

Fernschreiber s. Telegraphenwesen.
Fernsehen s. Bildtelegraphie.

Fernsprechwesen (s. a. Funkwesen, Hochfrequenztelephonie, Leitungen).

— **Allgemeines.**

Schleppflug-Fernsprechanlage. 1002.
Die neuere Entwicklung der Trägerstromtelephonie. Nach H. Budzinski. 1054.
Fernsprechanlagen auf dem Elbrus. 1108.
Fernsprechstellen der Welt. 1186.
Das Fernmeldewesen im ersten Halbjahr 1935. F. Gladenbeck. *1355.

— **Fernsprechverkehr.**

Nachrichtenfluß und Frequenzbandbreiten. Nach F. Strecker. 796.
Selbsttätige, fernmündliche Zeitansage in Berlin. 1158.
Fernsprechstellen der Welt. 1186.
Elektr. Schnellnachrichtenverkehr in Deutschland. 1339.

— **Fernsprechgeräte.**

Lautübertragung für Massenkundgebungen. 846.
Die neuzeitliche Fernsprechtechnik unter besonderer Berücksichtigung des Luftschutzes. Nach Gust. Vortr. 905.

— **Selbstanschlußwesen.**

Die neuzeitliche Fernsprechtechnik unter besonderer Berücksichtigung des Luftschutzes. Nach Gust. Vortr. 905.
Aus der Praxis der Fernmelderelais. J. Boysen. Vortr. *1213.

— **Fernsprechstörungen.**

Schutz der Fernsprechleitungen gegen Starkstrom auf der Tagung des C C I F, Budapest, September 1934. Nach Jäger. 844.
Geräuschgrenzen in langen zwischenstaatlichen Fernleitungen. Nach J. Collard. 1261.

Fernsteuerung s. Fernmessung.
Fernwirkanlagen s. Fernmessung.
Ferromagnetismus s. Magnetismus.
Ferrometer s. Meßkunde.
Festigkeit, dielektr., s. Theor. Elektrot.
Film s. Techn. Akustik.
Filter s. Gasreinigung.

Flugwesen.

Fortschritte in der Anwendung des Lichtes im Signalwesen. Luft- und Seeverkehr. Nach O. Höpcke. 793.

Fernmeldeverbindungen für den Atlantikflug des italienischen Geschwaders. Nach E. W. Stone. 873.

Nachrichten- und Warnanlage für den Luftschutz in Großbetrieben. 891.

Die neuzeitliche Fernsprechtechnik unter besonderer Berücksichtigung des Luftschutzes. Nach Gust. Vortr. 905.

Schleppflug-Fernsprechanlage. 1002.
Privattelegramme an Luftreisende. 1028.

Flugwesen.

Fachgruppe für Flugverkehrsbeleuchtung. 1090.

Fachgruppe für Flugzeugbeleuchtung. 1090.

Flugzeugfunkgeräte. Nach D. B. Mirk, H. M. Samuelson u. W. Bond. 1105.

Elektrokarren auf Flugfeldern. Nach W. Schröder u. H. Quick. 1206.

Dezimeterwellen in der Luftfahrt. Nach W. Hahnemann. 1259.

Untersuchungen über das Strahlungsfeld von Ultrakurzwellen-Antennen. Nach P. v. Handel u. W. Pfister. 1261.

Fluoreszenz s. Theoret. Elektrot.
Flüssigkeiten s. Theoret. Elektrot.
Flutkraftwerke s. Elektr. Werke.
Förderanlagen s. Maschinenantrieb.
Formelzeichen s. Einheiten.
Freileitungen s. Leitungen.
Funkenstrecke s. Meßkunde. Theoret. Elektrotechnik, Übersp.-Schutz.

Funkwesen (s. a. Bildtelegraphie, Meßkunde, Röhren, Techn. Akustik, Verstärkertechnik).

— **Allgemeines.**

Fernmeldeverbindungen für den Atlantikflug des italienischen Geschwaders. Nach E. W. Stone. 873.

Fortschritte der Frequenzmodulation. Nach E. H. Armstrong. 1207.

Funkwesen (IEC - Tagungsbericht). Ewald. 1345.

Das Fernmeldewesen im ersten Halbjahr 1935. F. Gladenbeck. *1355.

Die Wunder der drahtlosen Welle. Nach Dreibholz. Vortr. 1369.

Antennen aus Nirosta-Stahl. 1420.

— **Wellenausbreitung und Schwingungen.**

Bericht der Fachgruppe Funktechnik auf der VDE-Tagung. G. Leithäuser. 794.

Schwingungserzeugung mit der Habann-Röhre. Nach K. Fritz. 795.

Die Modulationsbeeinflussung elektrischer Wellen während der Ausbreitung. Nach W. Pfitzer. 975.

Stromerzeuger für 1 bis 100 kHz. Nach L. D. Miles. 914.

Untersuchungen und Probleme der Ionosphäre. Nach J. G. J. Elias. Von A. Thoma. Vortr. *1085. Bespr. 1109.

Waagrechte Rautenantennen. Nach E. Bruce, A. C. Beck u. L. R. Lowry. 1207.

Über die Erregung des Antennensystems eines Richtungssenders. Nach H. A. Thomas. 1280.

Die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen über eine kugelförmige Erde. Nach Ch. R. Burrows. 1333.

— — **Kurzwellen.**

Sendung und Empfang von Zentimeterwellen. Nach J. Wolff, E. G. Linder u. R. A. Braden. 872.

Die Grundlagen der Dezimeterwellen-Technik. Nach W. Runge. 900.

Die rundfunkmäßige Verbreitung von Tonbildsendungen auf ultrakurzen Wellen in Deutschland. Nach W. Scholz. 902.

Weitere Ergebnisse über die Ultrakurzwellen-Ausbreitung. Nach C. R. Englund, A. B. Crawford u. W. W. Mumford. 1230.

Funkwesen.

Dezimeterwellen in der Luftfahrt. Nach W. Hahnemann. 1259.

Untersuchungen über das Strahlungsfeld von Ultrakurzwellen-Antennen. Nach P. v. Handel u. W. Pfister. 1261.

Ultrakurzwellen im Stadtgebiet. Nach C. R. Burrows, L. E. Hunt u. A. Decino. 1389.

— **Funkverbindungen.**

Das Weltfunksprechnetz. 1075.
Funkverbindung Asmara—Rom. 1108.
Eine unbeaufsichtigte Ultra-Kurzwellen-Sprechverbindung. Nach N. F. Schlaack u. F. A. Polkongborn. 1307.
Elektr. Schnellnachrichtenverkehr in Deutschland. 1339.
Funkfernsprechverkehr im 1. Halbj. 1935. 1356.
Unmittelbare Funksprechlinie Paris — New-York. 1362.
Drahtlose Ferntagung. 1390.

— **Rundfunk.**

Die rundfunkmäßige Verbreitung von Tonbildsendungen auf ultrakurzen Wellen in Deutschland. Nach W. Scholz. 902.
Zwangsgleichlauf zwischen verschiedenen Trägerwellen. Nach V. Gunsolley. 924.
Rundfunkteilnehmer in der Welt. 930.
Die 12. Große Deutsche Rundfunkausstellung. G. Krawinkel. *1251.
Rundfunk in Norwegen. 1262.
Die Weltringsendung des Rundfunks. 1262.
6,8 Mill. Rundfunkhörer in Deutschland. 1339.
Zahl der Rundfunkteilnehmer. 1356.

— — **Rundfunkstörungen.**

Rundfunkstörung durch Stoßgenerator. 753.
Die Isolierung von Rundfunkbeeinflussungen. 770.
Ergebnisse von Rundfunkstörungsmessungen. Nach F. Eppen. 795.
Rundfunkentstörung in England. Nach A. C. Warren. 873.
Näherungsrechnung zur Bestimmung der Mindestgrößen von Entstörungskondensatoren für Gleichstrommaschinen. K. Heinrich. *943. Brf. 1424.
— W. Urban. Brf. 1421.
— H. Lange. Brf. 1422.
— W. Himmelreicher. Brf. 1422.
— F. Conrad. Brf. 1423.
— W. Oehlerking. Brf. 1423.
Der Rundfunk-Entstörungsdienst der Deutschen Reichspost. Nach H. Reppisch. 970.
Untersuchung der Radiostörwirkung von Hochspannungsisolatoren. Nach M. Dick. 1227.
Grenzen der Verstärkung. Nach J. B. Johnson u. F. B. Llewellyn. 1231.
Zur Bekämpfung der durch elektrische Bahnen verursachten Rundfunkstörungen. Nach E. Restle und O. Schneider. 1259.
Ein neues Verfahren zur Beseitigung von Hochfrequenzstörungen durch Fahrleitungen. Nach E. W. Schumacher. 1279.
Gerät zur Messung von Rundfunkstörungen. Nach O. Mc Millan u. G. Barnett. 1359.

— **Funkstationen.**

Afghanistan. 876.
Coltano. 1108.



Funkwesen.

Heilsberg. 1056. 1356.
Neuguinea. 1362.
Reichenbach. 1108.
Saarbrücken. 1108.
Lichtelektr. Zellen im Überspannungsschutz von Antennenanlagen. 874.
Funkstationen in Afghanistan. 876.
Zwangsgleichlauf zwischen verschiedenen Trägerwellen. Nach V. Gunsolley. 924.
Verbesserung des Großrundfunksenders Heilsberg. 1056.
Gleichwellensender Reichenbach. 1108.
Neuer Saarlandsender wird errichtet. 1108.
Kurzwellen-Großsender in Italien. 1108.
Gewitteranzeigevorrichtung zum Schutz von Sendeanlagen. 1157.
Rundfunksender Heilsberg. 1356.
Rundfunksender in Neuguinea. 1362.

— Funkempfänger.

Die Glimmindikatorröhren mit drei und vier Elektroden zur optischen Abstimmung von Rundfunkempfängern. W. Heinze u. W. Pohle. *917.
Entwurf und Prüfung von Mehrbereichempfängern. Nach Harnett und Case. 1054.
Rundfunk-Netzgerät als Schadenmelder. Nach J. Maul. 1101.
Flugzeugfunkgeräte. Nach D. B. Mirk, H. M. Samuelsen u. W. Bond. 1105.
Rundfunkempfänger mit hoher Wiedergabetreue. 1148.
Rundfunkempfänger auf der 12. Großen Deutschen Rundfunkausstellung. 1253.
Arbeitsfront-Empfänger. 1254.
Funkwesen (IEC - Tagungsbericht). Ewald. 1345.
Preisausschreiben für einen Kofferempfänger. 1390.

— Verschiedene Funkgeräte.

Über Detektoren. Nach F. Heineck u. H. Geismann. 971.
Die Bestimmung kennzeichnender Eigenschaften des piezoelektr. Quarzresonators. Nach van Dyke. 1001.
Flugzeugfunkgeräte. Nach D. B. Mirk, H. M. Samuelson u. W. Bond. 1105.
Änderung der Induktivität von eisenlosen Spulen infolge Wärmeausdehnung. Nach J. Hak. 1107.
Fortschritte der Frequenzmodulation. Nach E. H. Armstrong. 1207.
Das Primärnormal für Hochfrequenz in den V. S. Amerika. Nach L. Hall, E. Heaton u. G. Lapham. 1257.
Die Anwendung piezoelektr. Kristalle in der Elektrotechnik. E. Hormann. *1321.
Funkwesen (IEC - Tagungsbericht). Ewald. 1345.

— Funkpeilung.

Navigations- und Funkanlage auf der „Scharnhorst". 818.
Über die Erregung des Antennensystems eines Richtungssenders. Nach H. A. Thomas. 1280.

Gadolinium s. Magnetismus.
Galvanometer s. Meßkunde.
Galvanotechnik s. Elektrochemie.
Gartenbau s. Landwirtschaft.
Gasentladung s. Lichttechnik, Röhren, Röntgentechnik, Stromrichter, Theoretische Elektrotechnik.
Gasentladungslampen s. Lichttechnik.

Gasreinigung.

Elektr. Entteerung von Koksofengas. 1386.

Gegengewicht s. Überspannungsschutz.
Geldwirtschaft s. Abt. A V, Geschäftl. Mitteilungen.
Geleuchte s. Lichttechnik.
Generatoren s. Elektr. Maschinen, Elektrizitätswerke.
Geobotanik s. Leitungen.
Geoelektrische Verfahren s. Bergbau, Meßkunde.
Geräusch s. Techn. Akustik.
Geschäftliche Mitteilungen s. Abt. A V.

Geschichte.

Jubiläen s. Abt. A V, Geschäftl. Mitt.
Hundert Jahre deutsche Eisenbahnen. L. Schultheiß. *805.
80 Jahre Doppel-T-Anker. 846.
Die „Elektromote", ein Vorläufer des Oberleitungs-Omnibus. 904.
150jährige Geburtstagsfeier der ersten deutschen Dampfmaschine. 950.
Meßtechnik vor 50 Jahren. Nach Keinath. 1028.
Die Leistung der Elektrizitätswerke Berlins. 1108.
Röhrenentwicklung der letzten 20 Jahre. 1251.
Das Eisenbahn-Sicherungswesen 1935. Nach Mahnke. 1279.
Elektr. angetriebene Fahrzeuge im Wandel eines Jahrhunderts. 1328.
Geschichte der Elektrisiermaschine bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts. Nach H. Schimank. 1360.

Geschosse s. Meßkunde.
Geschwindigkeit s. Meßkunde.
Gesetze s. Rechtspflege.
Gewerblicher Rechtsschutz s. Rechtspflege.
Gewitter s. Überspannung.
Gittersteuerung s. Stromrichter.
Gleichlauf s. Elektr. Maschinen.
Gleichrichter s. Stromrichter.
Glimmlampen s. Lichttechnik.
Glühen s. Wärmetechnik.
Glühlampen s. Lichttechnik.
Grube s. Bergbau.
Grubenbahnen s. Bahnbau.

Handel s. Abt. A V, Gesch. Mitt.
Handlampen s. Lichttechnik.
Härten s. Wärmetechnik.
Haspel s. Maschinenantrieb.
Haus der Technik s. Unterricht.
Haushalt s. Wärmetechnik.
Hautwirkung s. Theoret. Elektrot.
Hebezeuge s. Maschinenantrieb.
Heerwesen s. Fernmessung, Flugwesen, Funkwesen, Meßkunde, Schiffahrt.
Heizkraftwerke s. Elektr. Werke.
Heizung s. Wärmetechnik.
Herde s. Wärmetechnik.
Hochfrequenz s. Funkwesen, Meßkunde, Theoret. Elektrot.

Hochfrequenztelephonie.

Fortschritte der Hochfrequenz-Nachrichtenübermittlung in Starkstromnetzen. Nach W. Wolman. 796.
Hochfrequenztelephonie über Starkstromleitungen. Nach W. Wolman. 1027.
Die neuere Entwicklung der Trägerstromtelephonie. Nach H. Budzinski. 1054.

Hochofen s. Wärmetechnik.
Hochschulen s. Unterricht und Abt. A II, Persönliches.

Hochspannung s. Isolatoren, Leitungen, Meßkunde, Schaltgeräte, Stromrichter, Theoret. Elektrot., Überspannung, Überstrom.
Hohlseile s. Leitungen.

Hütte und Walzwerk (s. a. Wärmetechn.).

Steuerung von Beschleunigungs-Antrieben in Walzwerken. Nach H. Strudthoff. 793.
Entwicklung des elektrotechn. Rüstzeuges für die Industrie. Nach R. Bingel. Vortr. 903.
Über das Drehzahlverhalten von Gleichstrom-Walzmotoren. Nach L. A. Umansky u. T. M. Linville. 945.
Vergleich zwischen Lichtbogenofen, Konverter, Siemens-Martin-Ofen und Tiegelofen im Stahlwerk. 1052.
Das Elektrolytzinkwerk zu Viviez. 1053.
Elektr. Verkokungsverfahren. 1128.
Elektr. Entteerung von Koksofengas. 1386.

Hysterese s. Magnetismus.

I E C s. Normen.
Indikator s. Röhren.
Induktionsofen s. Wärmetechnik.
Induktivität s. Theor. Elektrot.
Industrie s. Maschinenantrieb u. Abt. A V, Geschäftl. Mitteilungen.
Ingenieure s. Arbeitsbeschaffung u. Abt. A III u. Abt. A IV.

Installationswesen (s. a. Schaltgeräte).

Keramisches Installationsmaterial. Nach W. Klement. 875.
Bemessung und Einrichtung elektr. Anlagen in Wohnhausvierteln unter Berücksichtigung des elektr. Kochens. J. Bogdan. Brf. 907.
Die Tagung des Elektro-Installateurhandwerks in Hamburg. 924.
Stahlblech-Verteilungsgruppen. 948.
Anschlußnetze geringster Längen für ebene Punktgruppen. Nach K. Kohler. 977.
Über Schutzleiter für Schutzschaltung. Walter. Brf. 979.
— F. Dittrich. Brf. 980.
Das Verlegen elektr. Leitungen für verwickelte Werkzeugmaschinensteuerungen. Nach K. Maecker. 1075.
Bericht des IEC-Ausschusses „Sockel und Fassungen". Schreck. 1162.
Elektr. Schiffsinstallationen (IEC-Bericht). Goos. 1398.
Anschlußdose für elektr. Geräte. 1418.

Institute s. Prüfämter, Unterricht.
Instrumente s. Meßkunde.
Internat. Elektrot. Komm. s. Normen.
Ionen s. Theoret. Elektrot.
Ionisation s. Theoret. Elektrot.
Ionosphäre s. Physik.
Isolation s. Leitungen, Stoffkunde, Theoretische Elektrot.

Isolatoren.

Ausblasschutz - Funkenstrecken zum Schutz einer 132 kV-Leitung. Nach P. Sporn u. I. W. Gross. 840.
Zweirillenisolator für Aluminium-Kupfer-Freileitungen. 945.
Nebelüberschlagsversuche an verschmutzten Isolatoren. Süberkrüb. Brf. 955.
Bericht des IEC-Ausschusses „Genormte Spannungen, Genormte Ströme, Hochspannungsisolatoren". Jacottet u. Weicker. 1163. 1241.
Untersuchung der Radiostörwirkung von Hochspannungsisolatoren. Nach M. Dick. 1227.



Isolatoren.
Meßstange zur Feststellung fehlerhafter Isolatoren. Nach A. Eigenberg. 1385.
Wie kann man Mittel- und Hochspannungsleitungen noch betriebssicherer und wirtschaftlicher bauen? Nach P. Perlick. Vortr. 1421.

Isolierstoffe s. Stoffkunde, Theoret. Elektrotechnik.

Jahresberichte s. Abt. A V, Gesch. Mitt.
Jubiläum s. Geschichte, Abt. A II, Persönliches und A V, Geschäftl. Mitt.
Jungingenieure s. Abt. A III, Literatur, u. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.

Kabel s. Leitungen.
Kalorimetrie s. Lichttechnik.
Kapazität s. Kondensator, Leitungen.
Kapital s. Abt. A V, Gesch. Mitt.
Kardiograph s. Meßkunde.

Karten.
Karte der Höchstspannungsleitungen Deutschlands. 1079.
Verkehrsplan von Tokyo. 1376.

Kautschuk s. Stoffkunde.
Keramiken s. Isolatoren, Stoffkunde.
Kessel s. Dampfkessel.
Kippgerät s. Theoret. Elektrot.
Klang s. Meßkunde, Techn. Akustik.
Klemmen s. Akkumulatoren.
Klemmenbezeichnungen s. Elektr. Masch.
Kochgeräte s. Wärmetechnik.
Koerzimeter s. Meßkunde.
Koerzitivkraft s. Magnetismus.
Kohle s. Energiewirtschaft, Stoffkunde, Theoret. Elektrot.
Kohlenstaubmotor s. Brennkraftmasch.
Kokerei s. Bergbau.
Kolbenmaschinen s. Brennkraftmaschinen, Dampfmaschinen.
Kommissionen des VDE s. Abt. A IV.
Kommutierung s. Elektr. Maschinen.
Kommutator s. Elektr. Maschinen.

Kondensatoren.
Das Schalten von Hochspannungs-Phasenschieber-Kondensatoren großer Leistung nach Netzversuchen. Nach H. Grünewald. 790.
Über das Verhalten von Hochspannungs-Phasenschieber-Kondensatoren großer Leistung in ausgedehnten Mittelspannungsnetzen. Nach H. Schulze. 790.
Eigentümlichkeiten des dielektr. Verhaltens Rutil-haltiger Kondensatorbaustoffe. Nach W. Soyck. 794.
Der durch Kondensatoren selbsterregte Drehstrom-Asynchrongenerator. Nach H. Hafner. 841.
Näherungsrechnung zur Bestimmung der Mindestgrößen von Entstörungskondensatoren für Gleichstrommaschinen. K. Heinrich. *943. Brf. 1424.
-- W. Urban. Brf. 1421.
-- H. Lange. Brf. 1422.
-- W. Himmelreicher. Brf. 1422.
-- F. Conrad. Brf. 1423.
-- W. Oehlerking. Brf. 1423.
Kondensatorbatterie für Hochstrom-Stromrichteranlage. 1201.
Die Erzeugung hoher Gleichspannungsstöße mit der Marxschen Vervielfachungsschaltung. Nach R. Elsner. 1307.
Berechnung des Streufeldes eines Kondensators, dessen Feld durch eine Blende begrenzt ist. Nach R. Herzog. 1308.

Kongresse s. Tagungen u. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Konstanthaltung s. Regelung.
Kontakte s. Leitungen, Schaltgeräte.
Korona s. Leitungen.
Korrosion s. Stoffkunde.
Kostenverteilung s. Elektr.-Werke.

Kraftfahrzeuge (s. a. Lichttechnik).
Oberleitungsfahrzeuge s. Bahnbau.
Neuzeitliche Akkumulatoren als Antrieb für Fahrzeuge in Italien. Nach A. Frates. 768.
Internationaler Kongreß für Städtereinigung, Frankfurt (Main). 846.
Der elektrische Speicher im Verkehrs- und Transportwesen. Nach Winkler. Vortr. 905.
Elektrofahrzeuge und Städtereinigung. H. W. Leichsenring. *939.
Die Elektrotechnik auf der Fachausstellung für Städtereinigung in Frankfurt a. M. W. Wegener. *1044.
Erfahrungen mit Elektrokarren. Nach H. Witte. 1105.
Durchschnitts - Geschwindigkeitsmesser für Kraftwagen. 1126.
Elektrokarren auf Flugfeldern. Nach W. Schröder u. H. Quick. 1206.
Elektrokarren bei der Reichspost und der Reichsbahn. 1229.
Elektr. angetriebene Fahrzeuge im Wandel eines Jahrhunderts. 1328.
Elektrokarren im Werkbetrieb. 1389.
Elektrowagen in Elektrizitätswerken und Straßenbahnbetrieben. 1417.

Kraftmaschinen s. Brennkraftmaschinen, Dampfturbinen, Elektr. Maschinen, Maschinenantrieb, Wasserturbinen.
Kraftübertragung s. Elektrizitätswerke, Leitungen, Schaltanlagen.
Kraftwagen s. Kraftfahrzeuge.
Kraftwerke s. Bahnbau, Elektrizitätswerke.
Kraftwirtschaft s. Energiewirtschaft.
Kran s. Maschinenantrieb.
Kristalle s. Funkwesen.
Küche s. Wärmetechnik.
Kugelfunkenstrecke s. Meßkunde.
Kugelschieber s. Schieber.
Kühlung s. Wärmetechnik.
Kupfer s. Leitungen, Stoffkunde.
Kurse s. Unterricht.
Kurvenform s. Elektr. Maschinen, Elektrizitätswerke, Theor. Elektrot.
Kurzschließen s. Leitungen.
Kurzschluß s. Überstrom.
Kurzwellen s. Funkwesen.

Ladung s. Akkumulatoren.

Lager.
Geräuschlose Motorlager. 1051.

Lampen s. Lichttechnik.

Landwirtschaft.
Elektrizität als Lichtquelle im Gartenbau. Nach R. U. Goulde u. W. Kind. 769.
Die landwirtschaftliche Stromversorgung in England. Nach B. Matthews. 776.
Fernsteueranlage für einen Getreidespeicher. 904.
Ausnutzung und Wettbewerbsfähigkeit des Elektromotors in der Landwirtschaft. Nach K. Dolzmann. Vortr. *927.
Neues elektr. Versuchsdorf. 950.
Erfahrungen mit hochelektrifizierten Dörfern. Nach C. Th. Kromer. Vortr. 1233.

Landwirtschaft.
Versuche mit elektr. Pflügen in Neuseeland. Nach H. G. Kemp. 1339.
Elektr. Pflügen in Frankreich. Nach E. D. Davis. 1358.
Neue Versuche über künstliche Belichtung zur Anregung des Pflanzenwachstums. Nach L. C. Porter u. F. E. Rowland. 1418.

Lärm s. Meßkunde, Technische Akustik.
Lautübertragung s. Techn. Akustik.
Lehrtätigkeit s. Unterricht.
Leichtmetalle s. Stoffkunde, Wärmetechnik.
Leitfähigkeit s. Theoret. Elektrot.

Leitungen (s. a. Bahnbau, Wärmetechnik).
-- **Allgemeines.**
Beitrag zur Frage der Wirk- und Blindleistungsregelung in Ringnetzen. Nach W. Schäfer. 790.
Vorgänge beim Abschalten leerlaufender Hochspannungsleitungen. Nach H. Baatz. 790.
Bericht der Fachgruppe Bau von Netzen auf der VDE-Tagung. W. Hillebrandt. 791.
Zusammenschluß oder Trennung von Erdungen in Hochspannungsanlagen. Nach W. Koch. 791.
Zur Statistik des deutschen Hochspannungsnetzes. G. Schnaus. *1077.
Gleichstrom-Kraftübertragung mit gleichbleibender Stromstärke. Nach Willis, Bedford u. Elder. Von H. Grünewald. 1099.
Die technisch-wirtschaftliche Seite der Gleichstrom - Hochspannungsübertragung. *1281.
Lehren, die man in Frankreich aus der Organisation des englischen Landesverteilungsnetzes ziehen kann. Nach E. Melot. 1338.
Einfluß des Windes auf die Leitertemperatur von stromgeheizten Freileitungsseilen. Nach H. Gaudefroy und K. H. Lippitt. 1357.
— **Leiterwerkstoff.**
Allgemeiner Überblick über die Probleme, vor die die Elektrizitätsversorgung durch die Einschränkung des Kupferverbrauchs gestellt wird. Nach W. Bolling. 791.
Kabel mit Aluminiumleitern unter besonderer Berücksichtigung der Kontaktverbindungen in Muffen und Endverschlüssen. Nach K. Tonnemacher. 791.
Erfahrungen über Verwendung von Aluminium in elektr. Anlagen. Nach T. Müller. 839.
Hohlseile aus Aluminium. Nach O. Dassetto, O. H. Schmitt u. L. Lux. 897.
Aluminium im Kabelbau. 921.
Erzeugung des Aluminiums und seine Verwendung in der Elektrotechnik. Nach Dunker. Vortr. 1003.
Zur Statistik des deutschen Hochspannungsnetzes. G. Schnaus. *1077.
Anordnungen 32 und 33 der Überwachungsstelle für unedle Metalle. 875.
Wie kann man Mittel- und Hochspannungsleitungen noch betriebssicherer und wirtschaftlicher bauen? Nach P. Perlick. Vortr. 1421.
— **Korona.**
Einige Besonderheiten der Wechselstromkorona an Leitungsseilen. Nach F. O. McMillan. 771.
Koronaverluste an Freileitungen. 772.

Leitungen.

Koronaverluste unter verschiedenen atmosphärischen Bedingungen. Nach L. Hegy u. G. W. Dunlop. 867.

Untersuchungen von Koronaentladungen mit der Nebelkammer. Nach H. Kroemer. 1218.

Die Druckverhältnisse bei der dunklen Entladung (Korona). Nach M. Radonjitch u. A. Thoma. 1262.

Koronaverluste bei Erdschluß. Nach J. S. Carroll u. D. M. Simmons. 1415.

— Elektr. Leitungs- u. Netzberechnung.

Widerstände von Dreileiterkabeln. Nach E. H. Salter, G. B. Shanklin u. R. J. Wiseman. 764.

Zeichnerische Berechnung elektr. Leitungsnetze mit rechtwinkligen Koordinaten. Nach V. Genkin. 868.

Verfahren zur Ermittlung der Eigenfrequenz von Netzgebilden. Nach C. Dannatt u. S. E. Goodall. 967.

Anschlußnetze geringster Längen für ebene Punktgruppen. Nach K. Kohler. 977.

Oberwellen im Hochvoltnetz der ESAG. K. Halbach. *1045.

Energieübertragung auf Fernleitungen. Nach H. Kropp. 1101.

Die graphische Darstellung der Leitwert-, Strom- und Leistungsverhältnisse der T-Schaltung bei konstanter Eingangsspannung und beliebiger äußerer Belastung. Nach H. Kafka. 1101.

Graphische Berechnung elektr. Kraftübertragungen. Nach A. Blondel. 1155.

Berechnung der Ströme im unsymmetrisch belasteten Drehstromnetz. Nach A. Grocholski. 1203.

— Freileitungen.

Vorausbestimmung von Rauhreifgebieten nach der geobotanischen Karte. Nach E. Wald. 764.

Hohlseile aus Aluminium. Nach O. Dassetto, O. H. Schmitt u. L. Lux. 897.

Die Säntis-Kraftleitung. Nach Jung. 968.

Gerät zur Fehlerortbestimmung an Freileitungen. Nach J. E. Allen u. G. J. Gross. 1255.

Freileitungen für Gleichstrom-Hochspannungsübertragungen. 1281.

Freileitungen (IEC - Tagungsbericht). Bürklin. 1345.

Untersuchungen über Gegengewichte an Hochspannungsleitungen. A. Hamm. *1381.

— Maste.

Der übliche Fäulnisschutz bei Tannen- und Fichtenmasten und das neue Osmoseverfahren. K. Winnig. *857.

Über den Druckabfall im Stamm bei der Tränkung nach dem Saftverdrängungs-(Boucherie-)Verfahren. H. Gewecke u. R. Huber. *1022.

Abfallinie und Altersverteilung. Ein Beitrag zur Theorie der Holzmaststatistik. K. Kohler. *1029.

Über die Lebensdauer von nach dem Saftverdrängungsverfahren getränkten Telegraphenstangen. H. Gewecke. *1119.

Wie kann man Mittel- und Hochspannungsleitungen noch betriebssicherer und wirtschaftlicher bauen? Nach P. Perlick. Vortr. 1421.

— Kabel, Allgemeines.

Die Erwärmung von Kabeln durch Sonnenbestrahlung. Nach E. B. Wedmore. 840.

Leitungen.

Eigenschaften der Kabelmäntel aus Blei und Bleilegierungen. Nach J. C. Chaston. 845.

Das Kriechen von unterirdischen Kabeln. 950.

Der Ersatz von Zinn in Bleikabelmänteln durch geringe Mengen Tellur. E. Kröner. 1051.

— Starkstromkabel.

Widerstände von Dreileiterkabeln. Nach E. H. Salter, G. B. Shanklin u. R. J. Wiseman. 764.

Stoßspannungsversuche an Hochspannungskabeln. Nach K. Buss u. W. Vogel. 791.

Anordnungen 32 und 33 der Überwawachungsstelle für unedle Metalle. 875.

Neueste Fortschritte in der Hochspannungskabeltechnik. Nach H. Brauns. Vortr. 905.

Kreuzung des Flusses Avon mit 33 kV-Kabeln. 921.

Der Kabelschießapparat zum Kurzschließen und Erden von Kabeln. 1025.

Ein Kriterium für die Güte der Kabelisolation. Nach K. S. Wyatt u. E. W. Spring. 1125.

Das Gaspolsterkabel. 1155.

Eine neue Art Ölkabel. Nach J. Borel. 1228.

Durchschlag eines bewehrten Kabels infolge von Erosion und Wassereintritt. T. Müller. 1255.

Kabel für Gleichstrom-Hochspannungs-Übertragungen. 1281.

Die maximale Feldstärke und die Kapazität der Drehstromkabel. Nach F. Böttcher. 1303.

Anwendungen der Isolationsforschung bei der Kabelherstellung. Nach D. W. Roper. 1385.

Kabel (IEC-Tagungsbericht). Schalkau u. Vogel. 1399.

— Fernmeldeleitungen.

Bericht der Fachgruppe Fernmeldetechnik auf der VDE-Tagung. F. Moench. 795.

Nachrichtenfluß und Frequenzbandbreite. Nach F. Strecker. 796.

Studien über Trägerstromtelephonie oberhalb und unterhalb 80 kHz. Nach A. Vollmeyer. 796.

Freßschäden an Fernsprechkabeln in Hongkong. 874.

Das Kriechen von unterirdischen Kabeln. 950.

Fernsehkabel New-York—Philadelphia. 1106.

Beschädigung eines Fernsprech-Seekabels im Kanal. 1108.

Vorausbestimmung der wahrscheinlichsten Pfeifpunkte in Pupinleitungen. Nach E. L. E. Pawley. 1127.

Betriebs- und Kopplungskapazitäten zwischen den Leitungssystemen eines Vierers. Nach H. Kaden. 1203.

Breitbandkabel mit neuartiger Isolation. H. F. Mayer u. E. Fischer. *1245.

Geräuschgrenzen in langen zwischenstaatlichen Fernleitungen. Nach J. Collard. 1261.

Selbsttragende Luftkabel. Nach B. Ulemann. 1303.

Versuche mit konzentrischen Kabeln (Einleiterkabeln). 1356.

Hochwertige ferromagnetische Stoffe für Pupinspulenkerne. 1356.

Fernsprechkabel. U. Meyer. 1389.

Leitungen.

— Isolierte Leitungen.

Anordnung Nr. 26 der Überwachungsstelle für Kautschuk und Asbest. 845.

Leitungsschutz s. Erdschluß, Überspannung, Überstrom.

Leitungsverlegung s. Install.-Wesen.

Leuchtbild s. Schaltanlagen.

Leuchten s. Lichttechnik.

Lichtbilder s. Theoret. Elektrot.

Lichtbogen s. Theoret. Elektrot., Wärmetechnik.

Lichtbogenventil s. Stromrichter.

Lichttechnik (s. a. Normen).

— Allgemeines.

Bericht der Fachgruppe Antriebe und Lichttechnik auf der VDE-Tagung. G. Lesch. 793.

— Sehvermögen und Lichtwirkung.

Elektrizität als Lichtquelle im Gartenbau. Nach R. U. Goulde u. W. Kind. 769.

Ist 25periodiger Wechselstrom zur Beleuchtung geeignet? Nach M. D. Papin. 944.

Über die Grenzen der Sichtbarkeit von Lichtern. Nach W. Arndt. 1088.

Untersuchungen über die Sehfähigkeit im Natrium- und Quecksilberlicht, insbesondere bei der Straßenbeleuchtung. Nach R. G. Weigel. Vortr. 1088.

Menschenkundliche Grundlagen der Lichttechnik. Nach O. Kroh. Vortr. 1088.

Fachgruppe für Blendung. 1089.

Fachgruppe für natürliches und künstliches Tageslicht. 1090.

Neue Versuche über künstliche Belichtung zur Anregung des Pflanzenwachstums. Nach L. C. Porter u. F. E. Rowland. 1418.

— Lichtmessung.

Tragbares Gerät zur Prüfung der Güte von Glühlampen. Nach M. Grandjean. 767.

Die Strahlung der Resonanzlinien der Natriumentladung und die Schaffung einer absoluten Lichteinheit. Nach H. Schmellenmaier. 999.

Neuer kleiner Beleuchtungsmesser. 1052.

Fachgruppe für die Messung von Leuchtröhren. 1089.

Fachgruppe für objektive Photometrie. 1089.

Fachgruppe für Kolorimetrie. 1089.

Fachgruppen für Primärstandard und Lichtstärkeeinheit. 1089.

Zwei neue objektive photometrische Meßgeräte. Nach C. L. Dows u. G. R. Baumgartner. 1177.

— Photozellen.

Verkehrsregelung mit photoelektr. Zelle. 868.

Lichtelektr. Zellen im Überspannungsschutz von Antennenanlagen. 874.

Kompensations-Fernmeßeinrichtung mit Photozelle. 967.

Ein Lichtton-Wiedergabegerät. E. Nesper. *996.

Ein neuer stetiger elektr. Regler. Nach C. Himmler. 1103.

Über die Umwandlung von Lichtbildern. Nach W. Schaffernicht. 1106.

Die „durchsichtige" Photokathode und ihre Eignung für elektronenoptische Systeme und Fernsehübertragung. Nach W. Kluge u. W. Heimann. 1154.



Lichttechnik.

— Ultraviolett-Strahlung.

Fachgruppe für Ultraviolettstrahlung. 1090.

— Glühlampen.

Tragbares Gerät zur Prüfung der Güte von Glühlampen. Nach M. Grandjean. 767.

Neue Doppelwandel-Glühlampen für Allgemeinbeleuchtung. M. Wolff. *1151.

Neue Wege in der Herstellung von Glühlampen hoher Leistung. M. Wolff. *1273.

— Gasentladungslampen.

Fortschritte der Beleuchtungstechnik in den V. S. Amerika 1934. 968.

Neue Quecksilberdampflampen für niedrigen Druck und hohe Spannungen. Nach G. Déjardin u. R. Schwégler. 969.

Über die Weiterentwicklung der Gasentladungslampen. Weißes Licht durch Phosphoreszenzröhren. H. Ewest. *1225.

Glimmlampen - Schalterstellungzeiger. P. M. Plier. 1303.

Unterbringung der Drosselspulen für Quecksilberdampflampen. 1331.

— Verschiedene Lampen.

Zum Mechanismus der Lichtemission. Nach W. Pohl. 1089.

— Leuchten.

Fortschritte in der Anwendung des Lichtes im Signalwesen, Luft- und Seeverkehr. Nach O. Höpcke. 793.

Neuere elektr. Handlampen im englischen Bergbau. Nach T. R. Barnard. 948.

Fachgruppe für lichtstreuende Baustoffe. 1089.

Fachgruppe für Klasseneinteilung von Beleuchtungskörpern. 1089.

Fachgruppe für Signalgläser. 1090.

Neue Straßenleuchte für Quecksilberdampflampen. 1278.

— Entwurf von Beleuchtungen.

Schönheit der Arbeit durch gute Beleuchtung am Arbeitsplatz. A. K. v. Hübbenet. *1165.

Die Anforderungen an eine gute Arbeitsbeleuchtung. Schaer. *1166.

Ein Verfahren zur Beseitigung des Lichtflimmerns. Nach G. Nidetzky. 1177.

Zur Frage der wirtschaftlichen Beleuchtung. Nach D. Matanovic. 1180.

Fachgruppe für Schattenfragen. 1090.

Fachgruppe für natürliches und künstliches Tageslicht. 1090.

Fachgruppe für die Verbreitung lichttechn. Kenntnisse. 1090.

— Straßenbeleuchtung.

Beleuchtung von Autostraßen. Nach E. Ellspermann. 793.

Schwenkbare Lichtmastausleger. 898.

Fortschritte der Beleuchtungstechnik in den V. S. Amerika 1934. 968.

Untersuchungen über die Sehfähigkeit im Natrium- und Quecksilberlicht, insbesondere bei der Straßenbeleuchtung. Nach R. G. Weigel. Vortr. 1088.

Stand der Gasstraßenbeleuchtung und ihr Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit der Gaswerke. Nach H. Müller. 1088.

Fachgruppe für Straßenbeleuchtung. 1089.

Lichttechnik.

Gute Straßenbeleuchtung im Dienste der Verkehrssicherheit. H. Lingenfelser. *1167.

Neuzeitliche Straßenbeleuchtung. Nach A. Droege. Vortr. 1178.

Straßenbeleuchtung und Autounfälle. 1179.

Zentrale Steuerung der Straßenbeleuchtung. Nach Th. Zambetti. 1179.

— Verschiedene Außenbeleuchtung.

Fachgruppe für Flugverkehrsbeleuchtung. 1090.

Fachgruppe für Verkehrssignale. 1090.

Neuere Flutlichtanlagen in den V. S. Amerika 1934. 968.

— Innenbeleuchtung.

Fachgruppe für Bergwerksbeleuchtung. 1090.

Fachgruppe für Fabriken und Schulbeleuchtung. 1090.

Die Anforderungen an eine gute Arbeitsbeleuchtung. Schaer. *1166.

Die zweckmäßige Beleuchtung des Werkplatzes. H. Flenter. *1169.

Arbeit und Licht. W. Kircher. *1173.

Beleuchtung in der Textilindustrie. Nach J. W. Howell. 1179.

— Fahrzeug-Beleuchtung.

Beleuchtungsanlage auf dem Fahrgastschiff „Potsdam". 814.

Fachgruppe für Automobilscheinwerfer. 1089.

Fachgruppe für Auskunfterteilung in lichttechn. Fragen. 1090.

Fachgruppe für Flugzeugbeleuchtung. 1090.

Die elektr. Beleuchtung der Eisenbahnwagen in Österreich. Nach H. Löwl. 1127.

Die Beleuchtung der neuen Stromlinienwagen der nordamerikanischen Bahnen. Nach R. W. Cost. 1178.

— Reklame-Beleuchtung.

Fachgruppe für Signalgläser. 1090.

Literatur s. Abt. A III.
Lokomotiven s. Bahnbau.
Löten s. Wärmetechnik.
Luftelektrizität s. Theor. Elektrot.
Lüfter s. Elektr. Maschinen, Maschinenantrieb.
Luftfahrt s. Flugwesen.
Luftschutz s. Flugwesen.

Magnetismus (s. a. Meßkunde).

— Theorie.

Beiträge zur Gleichung der Hystereseschleife. Nach H. Sequenz. 1001.

Das magnetische Verhalten ferromagnetischer Stoffe bei Ausschaltvorgängen. Nach G. Kießling. 1076.

Legierungen aus unmagnetischen Komponenten. Nach E. Friedrich u. A. Kußmann. 1158.

Stand der Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der ferromagnetischen Werkstoffe. Nach A. Kußmann. 1209.

Magnetische Werkstoffe. Nach W. C. Ellis u. E. E. Schumacher. 1210.

Transformatorenbandstahl mit Einkristalleigenschaften. Nach N. P. Goss. 1361.

Eisen - Platin - Legierungen mit hoher Koerzitivkraft. Nach L. Graf u. A. Kußmann. 1384.

Magnetismus.

Ferromagnetische Eigenschaften des Gadoliniums. Nach G. Urbain, P. Weiß u. F. Trombe. 1390.

Wechselstrom-Permeabilität und Brükkenverfahren bei magnetischen Messungen. Nach C. E. Webb und L. H. Ford. 1417.

— Anwendungen.

Verwendung neuer Isolierstoffe im Bahnbetrieb. Nach Hermle. 1053.

Elektromagnetische Post. 1158.

Magnetische Schallaufzeichnung. E. Schüller. *1219.

Das Magnetophon. W. H. Hansen. 1232.

Schutz der Bremsmagnete elektr. Förderhaspel. 1298.

Magnetophon s. Techn. Akustik.
Markenschutz s. Rechtspflege.
Maschinen s. Bahnbau, Brennkraftmaschinen, Dampfturbinen, Elektr. Maschinen, Maschinenantrieb, Transformatoren, Wasserturbinen.

Maschinenantrieb (s. a. Bahnen, Kraftfahrzeuge, Schiffahrt).

— Allgemeines.

Antrieb mit gleichbleibender Riemenspannung. 770.

Bericht der Fachgruppe Antriebe und Lichttechnik auf der VDE-Tagung. G. Lesch. 793.

Der Synchronmotor als Antriebsmotor in industriellen Anlagen. Nach Chr. Kneller. 793.

Vorschubbegrenzung und elektr. Ab- und Umschaltung. Nach R. Heidenreich. 900.

— Hebezeuge.

Feineinstellung für Aufzüge durch Schrittschaltung. 769.

Antrieb von Motoren für Stückgut-Hafenkräne. Nach H. Neumann und J. Gewecke. 872.

Stromvektordiagramm der Bremsschaltung von Siemens. Nach K. P. Kovács. 1126.

Gleichzeitige Verwendung von Drehstrom-Aufzugsmotoren als Spartransformatoren für Steuerstromkreise. Nach A. Stark. 1203.

Schutz der Bremsmagnete elektr. Förderhaspel. 1298.

Elektr. Schiffsanlagen. 1306.

— Bergbau.

Die elektr. Einrichtungen in Aufbereitungen und Kokereien. Nach Geller. Vortr. 905.

Kurzschlußschutz von Gleichstrom-Baggermotoren durch Stromspitzendämpfung. Nach F. Hannig u. J. Gewecke. 1332.

Erfahrungen mit neuzeitlichen Abteufmotoren. Nach W. Hild. 1332.

— Werkzeugmaschinen u. Werkzeuge.

Das Verlegen elektr. Leitungen für verwickelte Werkzeugmaschinensteuerungen. Nach K. Maecker. 1075.

Ein Leuchtbild für große elektr. angetriebene Werkzeugmaschinen. 1075.

— Hütte und Walzwerk.

Steuerung von Beschleunigungsantrieben in Walzwerken. Nach H. Strudthoff. 793.

Über das Drehzahlverhalten von Gleichstrom-Walzmotoren. Nach L. A. Umansky u. T. M. Linville. 945.



Maschinenantrieb.

— Landwirtschaft.

Ausnutzung und Wettbewerbsfähigkeit des Elektromotors in der Landwirtschaft. Nach K. Dolzmann. Vortr. *925.

Versuche mit elektr. Pflügen in Neuseeland. Nach H. G. Kemp. 1339.

Elektr. Pflügen in Frankreich. Nach E. D. Davis. 1359.

— Verschiedene Antriebe.

Tauchpumpen im Tagebaubetrieb. F. Hannig. *759.

Die Verwendungsmöglichkeit von gittergesteuerten Gleichrichtern und Elektronenröhren in der Papierindustrie. R. Mehlo. *936.

Gittersteuerung für den 400 PS-Antriebsmotor eines Saugzuglüfters. 1257.

Verschiebeanlagen ohne Lokomotiven. Nach H. Röhler u. H. Enke. 1260.

Kurzschlußschutz von Gleichstrom-Baggermotoren durch Stromspitzendämpfung. Nach F. Hannig u. J. Gewecke. 1332.

Ein neuer Handstaubsauger. Nach P. Scholl. 1359.

Elektrische betätigte Orgel in Stralsund. 1390.

Maste s. Leitungen, Lichttechnik.
Materialkunde s. Stoffkunde.

Mathematik.

Durchführung von Rechenaufgaben auf elektr. Wege. Nach R. Sewig. 1002.

Medizin.

Stand und Probleme der Röntgentechnik. H. Graf. *1047.

Elektrokardiograph mit Elektronenstrahlröhre. Nach F. Hehlgans. 1076.

Elektr. Erscheinungen bei Menschen und Tieren. H. Koch. Vortr. *1248. Bespr. 1263. Brf. 1424.
— C. Ballhausen. Brf. 1424.

Messen s. Ausstellungen.

Meßkunde (s. a. Lichtmessung).

— Allgemeines.

Ein kleiner Steilwellengenerator für 500 kV. H. Schering u. W. Raske. *751.

Die Parallelschaltmöglichkeit von Stromwandlern. Nach H. Krüzner. 766.

Bericht der Fachgruppe Messung auf der VDE-Tagung. H. Schering. 796.

Neuere ausländische Hochspannungs-Versuchsfelder. Nach J. T. Lusignan, H. L. Rorden, P. Schnep und M. Sollima. 971.

Die elektrische Ausrüstung von Unterrichts- und Forschungsstätten. H. Häder u. W. Jaekel. *993.

Hochstrom-Stoßgenerator. Nach K. B. McEachron und J. L. Thomason. 1027.

Meßtechnik vor 50 Jahren. Nach Keinath. 1028.

Eine neue Stoßanlage für 3 Millionen Volt und 42 000 Wattsekunden. J. Rebhan. *1041.

Die Erzeugung hoher Gleichspannungsstöße mit der Marxschen Vervielfachungsschaltung. Nach R. Elsner. 1307.

Meßkunde.

Neuere Gesichtspunkte in der Hochspannungs-Prüftechnik. W. Reiche. Vortr. 1341. Bespr. 1342.

Meßinstrumente (IEC-Tagungsbericht). R. Schmidt. 1346.

— Normale.

Die Bestimmung kennzeichnender Eigenschaften des piezoelektr. Quarzresonators. Nach van Dyke. 1001.

Das Primärnormal für Hochfrequenz in den V. S. Amerika. Nach L. Hall, E. Heaton u. G. Lapham. 1257.

Die Unsicherheit der Spannung des Westonelementes. Nach Th. Fecker, F. Emde. 1306.

— Strom-, Spannungs-, Leistungsmessg.

— — Drehspulmeßgeräte.

Empfindliche Drehspul-Meßgeräte mit kurzer Einstelldauer. H. Dallmann. *1299.

Ein neuer Gleichstromverstärker für Meßzwecke. Nach L. Brandenburger. 1305.

— — Galvanometer.

Ballistisches Hochvakuum-Drehspulgalvanometer. Nach W. B. Ellwood. 923.

Ein neues Resonanz-Galvanometer. Nach A. Vuylsteke. 1052.

Veränderungen der Resonanzkurve eines Saitengalvanometers durch Parallelkondensator. Nach H. W. Koch u. O. Brötz. 1257.

— — Oszillographen.

Elektrographie, ein neues elektrostatisches Aufzeichnungsverfahren und seine Anwendungen. P. Selényi. Vortr. *961.

Ein neuer Drehmomentmesser für oszillographische Registrierung. Nach H. Moser. 1026.

Starkstrommessung mit dem Braunschen Rohr. Nach W. Holzer. 1074.

Elektrokardiograph mit Elektronenstrahlröhre. Nach F. Hehlgans. 1076.

Über Empfindlichkeit und Grenzfrequenz des empfindlichen Hochvakuum-Glühkathoden-Oszillographen. Nach H. Graupner. 1126.

Ein neuer Verstärker für Elektronenstrahl-Oszillographen. M. v. Ardenne. *1195.

Über ein neues Röhren-Kippschwingungsgerät für Elektronenstrahl-Oszillographen. M. v. Ardenne. *1295.

Berechnung des Streufeldes eines Kondensators, dessen Feld durch eine Blende begrenzt ist. Nach R. Herzog. 1308.

Über Störungen beim Betrieb des Kathodenstrahl-Oszilligraphen. Nach M. Meßner. 1330.

— — Messung hoher Spannung.

Verhalten der Kugelfunkenstrecke bei Spannungsstößen sehr kurzer Dauer. Nach P. L. Bellaschi u. W. L. Teague. 771.

Die Methoden zur Messung sehr hoher Spannungen und Kritik ihrer Anwendung. Nach A. Palm. 796.

Hochspannungsanzeiger mit kleinen Abmessungen. 923.

Überschlagfreie Spannungsmessung mit der Kugelfunkenstrecke. Nach R. W. Sorensen, J. E. Hobson u. S. Ramo. 1055.

Meßkunde.

Ein Voltmeter zur Messung von hohen Spannungen. 1104.

Ein Vorschaltwiderstand für Hochspannungsmessungen. Nach M. Renninger. 1228.

Über die Messung effektiver Spannungswerte mit der Kugelfunkenstrecke. E. Hueter u. M. Nolte. *1319.

Zur Frage der Kugel-Meßfunkenstrecken. Har. Müller. *1379.

Meßstange zur Feststellung fehlerhafter Isolatoren. Nach A. Elgenberg. 1385.

Die Eichung einer 100 cm-Kugelfunkenstrecke mit Stoßspannung. R. Elsner. *1405.

— — Gleichrichter- u. Thermomeßgeräte.

Gleichrichtermeßinstrumente mit vielen Bereichen. Nach Terman. 870.

Zur Wirkungsweise nicht linearer Widerstände (Sperrschicht-Gleichrichter) bei Meßgeräten mit mehreren Bereichen und gemeinsamer Skalenteilung. Nach H. Pfannenmüller. 1228.

Thermoumformer für Hochfrequenzstrommessungen. Nach J. Stanek. 1258.

Temperaturmessung mit Trockengleichrichter. Nach Siroksky u. N. Teibel. 1330.

— — Verschiedene Messungen.

Röhrenvoltmeter mit logarithmischer Anzeige. Nach E. Meyer u. L. Keidel. 767.

Gleichzeitige fehlerfreie Messung von Spannung und Strom. W. Bader. *889.

Ein verbessertes elektrothermisches Meßgerät. Nach P. M. Lincoln. 947.

Ein Wattmeter für Fernsprechstromkreise. Nach K. R. Eldredge. 1025.

Neues statisches Hochspannungs-Voltmeter. 1074.

Ein neuer Gleichstromverstärker für Meßzwecke. Nach L. Brandenburger. 1305.

Ein neuer Kompensations-Schnellschreiber für Gleichstrommessungen. Nach W. Geyger. 1388.

50-Hz-Wellenschreiber. Nach G. F. Gardner u. H. L. Newell. 1417.

— Arbeitsmessung (Elektrizitätszähler).

Prüfungen und Beglaubigungen s. Prüfämter.

Neues Meßprinzip mit Hilfe von Mittelwerts-Bestimmungen für die Mengen-Meßtechnik. Nach F. Ferrari. 796.

Konstanthaltung und Symmetrierung von Drehstrom-Drei- und -Vierleiter-Spannungssystemen. Stromversorgung von Zählereichanlagen durch röhrengesteuerte Synchrongeneratoren. R. Reese. *1069. *1095.

Ein neuer amerikanischer Wechselstromzähler. Nach St. Green. 1387.

— Widerstandsmessung.

Neues geoelektr. Meßverfahren. Nach O. Hecker. 871.

Gleichzeitige fehlerfreie Messung von Spannung und Strom. W. Bader. *889.

Keramische Isolierstoffe bei hohen Temperaturen. W. Weicker. *937.

Der elektr. Leitwiderstand einer beliebig überbrückten Leiterschleife. K. Lichtenecker. 970.



Meßkunde.

Genaue Messung sehr kleiner Widerstände mit der Wheatstoneschen Brücke. Nach H. Freytag. 1103.

Selbsttätige Abgleichung von komplexen Kompensations- und Brückenschaltungen mit phasenabhängigen Nullmotoren. Nach W. Geyger. 1387.

— Hochfrequenzmessungen.

Sendung und Empfang von Zentimeterwellen. Nach J. Wolff, E. G. Linder u. R. A. Braden. 872.
Die Grundlagen der Dezimeterwellen-Technik. Nach W. Runge. 900.
Ein tragbares Meßgerät zur Untersuchung von Störfeldern. Nach A. Dennhardt u. E. H. Himmler. 901.
Entwurf und Prüfung von Mehrbereichempfängern. Nach Harnett u. Case. 1054.
Hochfrequenzmessungen bei 1 m Wellenlänge. Nach W. A. Krause. 1257.
Thermoumformer für Hochfrequenzstrommessungen. Nach J. Stanek. 1258.
Gerät zur Ausmessung hochfrequenter Magnetfelder. Nach Laporte und Vasilesco. 1278.
Gerät zur Messung von Rundfunkstörungen. Nach O. McMillan u. G. Barnett. 1359.

— Magnetische Messungen.

Ferrometer. Nach W. Thal. 869.
Das Koerzimeter nach dem Prinzip der Kraftlinienbrechung. Nach H. Neumann. 1204.
Gerät zur Ausmessung hochfrequenter Magnetfelder. Nach Laporte und Vasilesco. 1278.
Wechselstrom-Permeabilität und Brückenverfahren bei magnetischen Messungen. Nach C. E. Webb u. L. H. Ford. 1417.

— Zeitmessung (Uhren).

Kleine selbstanlaufende Zeit-Synchronmotoren. Nach W. Holmes u. E. Grundy. 1073.
Kurzer Überblick über den Entwicklungsstand des Antriebes von Synchronuhren. W. Kesseldorfer. *1271.

— Temperatur-, Wärme- u. Strahlungsmessung.

Über ein Quecksilberkontakt-Thermometer mit veränderlicher Schalttemperatur. Nach H. Jacobs. 1103.
Temperaturmessung mit Trockengleichrichter. Nach Sirokský u. N. Teibel. 1330.
Ein neuer Kompensations-Schnellschreiber für Gleichstrommessungen. Nach W. Geyger. 1388.

— Schallmessungen.

Schallspektroskopie. Nach E. Meyer u. E. Thienhaus. 901.

— Geschwindigkeits- u. Beschleunigungsmessung.

Zur Messung von Geschoßgeschwindigkeiten und deren Schwankungen. Nach W. Fucks. 998.
Thermoelektr. Messung von Schiffsgeschwindigkeiten. Nach A. Égal. 998.
Piezoelektr. Schwingungs- und Beschleunigungsmesser. Nach H. Gondet u. P. Beaudouin. 1025.

Meßkunde.

Durchschnitts - Geschwindigkeitsmesser für Kraftwagen. 1126.

— Verschiedene nichtelektr. Größen.

Die Messung von metallischen Überzügen durch Elektrolyse. Nach A. Glazuno. 949.
Ein neuer Drehmomentmesser für oszillographische Registrierung. Nach H. Moser. 1026.
Entwurf der Gehäuse großer elektr. Maschinen. Nach R. Poole. 1304.
Ein stroboskopischer Schlupfmesser für unmittelbare Ablesung. Nach K. Strobl. 1330.

Meßwandler s. Transformatoren.
Metalle s. Stoffkunde.
Metallurgie s. Wärmetechnik.
Meteore s. Physik.
Mikroskop, Elektronen-, s. Theor. Elektr.
Modulation s. Funkwesen.
Motoren s. Bahnbau, Brennkraftmaschinen, Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Elektr. Maschinen, Kraftfahrzeuge, Maschinenantrieb, Wasserturbinen.

Museum.

Verkehrsmuseum Nürnberg. 807.
Ein deutsches Rundfunkmuseum. 1028.

Musterschutz s. Rechtspflege.

Nachrichtentechnik s. Bildtelegraphie, Fernsprech-, Funk-, Signal-, Telegraphenwesen, Hochfrequenztelephonie, Leitungen, Röhren, Verstärkertechnik.
Nationalsozialismus s. Ständ. Aufbau.
Navigation s. Funkwesen, Schiffahrt.
Nebel s. Isolatoren, Leitungen, Theoret. Elektrot.
Netze s. Leitungen.
Netzkupplung s. Bahnbau.
Neutronen s. Physik.
Nickel s. Wärmetechnik.
Norbide s. Stoffkunde.
Normale s. Meßkunde.

Normen.

Genormte Formate für Röntgenaufnahmen von Schweißnähten. 1059.
8. Volltagung der Internationalen Elektrotechn. Kommission (IEC) in Scheveningen und Brüssel sowie Sitzungen einzelner Ausschüsse in Prag. 1111. 1160. 1241. 1290. 1344. 1398.
Bericht des IEC-Ausschusses „Bildzeichen". Raettig. 1160.
Leitsätze für die Beleuchtung mit künstlichem Licht. 1177.

Oberleitungsfahrzeuge s. Bahnbau.
Oberwellen s. Elektr. Maschinen, Elektrizitätswerke, Theor. Elektrot.
Ofen s. Wärmetechnik.
Öl s. Stoffkunde, Theor. Elektrot.
Ölmotoren s. Brennkraftmaschinen.
Ölschalter s. Schaltgeräte.
Orgel s. Techn. Akustik.
Osmose s. Leitungen.
Oszillographen s. Meßkunde.

Paketschalter s. Schaltgeräte.
Papierindustrie s. Maschinenantrieb.
Parallelbetrieb s. Elektr.-Werke.
Patentwesen s. Rechtspflege.
Peilung s. Funkwesen.
Permeabilität s. Magnetismus.
Persönliches s. Abt. A II.

Pflanzenwachstum s. Landwirtsch.
Pflügen s. Maschinenantrieb.
Phonotechnik s. Meßk., Techn. Akustik.
Photokathode s. Theor. Elektrot.
Photometer s. Lichttechnik.
Photozellen s. Lichttechnik.

Physik.

Die ionisierende Wirkung von Meteoren. Nach Skellett. 860.
Adsorbierte Oberflächenschichten, Wandern von adsorbierten Atomen. Nach A. Gehrts, T. Alty, A. R. Clark, E. Brüche u. W. Knecht. 875.
Untersuchungen über die kosmische Strahlung. Nach M. A. Dauvillier u. W. Kohlhörster. 971.
Beiträge zur Gleichung der Hystereseschleife. Nach H. Sequenz. 1001.
Über die Elementarteilchen. H. Kopfermann. *1017.
Untersuchungen und Probleme der Ionosphäre. Nach J. G. J. Elias. Von A. Thoma. Vortr. *1085. Bespr. 1109.
Neutronen, Positronen und Deutonen. Nach H. Neuert u. F. Kirchner. 1280.

Phys.-Techn. Reichsanstalt s. Prüfämter.
Piezoquarze s. Funkwesen, Meßkunde, Theoret. Elektrot.
Porzellan s. Isolatoren, Theoret. Elektrot., Wärmetechnik.
Positronen s. Physik.
Post s. Fernsprechwesen, Signalwesen.

Preisausschreiben.

Zusatzstiftung zu Zeitler's Studienhaus-Stiftung. 779.
Preisausschreiben für einen Kofferempfänger. 1390.

Propellerantrieb s. Schiffahrt.

Prüfämter und Institute.

Bestimmungen für die Prüfung und Beglaubigung von Elektrizitätszählern. 803. 847.
Elektr. Prüfämter. 841.
Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt im Jahre 1934. 903.
Neue elektr. Prüfämter. 1074.
Elektr. Prüfamt 36. 1278. B. 1330.
Elektr. Prüfamt 37. 1330.
Elektr. Prüfamt 38. 1388.
Prüfungen und Beglaubigungen. 767. 841. 870. 922. 967. 998. 1052. 1104. 1357.

Prüfeinrichtungen (s. a. Meßkunde).

Ein kleiner Steilwellengenerator für 500 kV. H. Schering u. W. Raske. *751.
Tragbares Gerät zur Prüfung der Güte von Glühlampen. Nach M. Grandjean. 767.
Neuere ausländische Hochspannungs-Versuchsfelder. Nach J. T. Lusignan, H. L. Rorden, P. Schnep u. M. Sollima. 971.
Hochstrom-Stoßgenerator. Nach K. B. Mc Eachron u. J. L. Thomason. 1027.
Eine neue Stoßanlage für 3 Millionen Volt und 42 000 Wattsekunden. J. Rebhan. *1041.
Die Kurzschluß-Phasenverschiebung, ihre Bedeutung für den Abschaltvorgang und ihre Messung. W. Kaufmann. *1091.



Prüfeinrichtungen.
Bericht des IEC-Ausschusses „Genormte Spannungen, Genormte Ströme, Hochspannungsisolatoren". Jacottet u. Weicker. 1163. 1241.
Wirkungen von Blitzströmen und künstlichen Stoßströmen derselben Größe. Nach P. L. Bellaschi. 1208.
Anwendung der Elektroschweißung im Reichsbahnbetrieb und Röntgenprüfung. Nach Stieler. Vortr. 1212.
Die Verwendbarkeit sehr harter Röntgenstrahlen bei der Werkstoffdurchstrahlung. R. Berthold. Brf. 1266.
— G. Keinath. Brf. 1266.
— A. Herr. Brf. 1266.
Die Erzeugung hoher Gleichspannungsstöße mit der Marxschen Vervielfältigungsschaltung. Nach R. Elsner. 1307.
Prüfung und Genauigkeit thermischer Auslöser (Motorschutz-Auslöser). H. Franken. *1301. *1350.
Neuere Gesichtspunkte in der Hochspannungs-Prüftechnik. Nach W. Reiche. Vortr. 1341. Bespr. 1342.
Meßverfahren zur Überwachung der Hochspannungsprüfung elektr. Geräte. Nach G. Keinath. Vortr. 1390.
Die Eichung einer 100 cm-Kugelfunkenstrecke mit Stoßspannung. R. Elsner. *1405.

Prüfstelle des VDE s. Abt. A IV.
Pumpen s. Elektr.-Werke, Maschinenantrieb.
Punktschweißen s. Wärmetechnik.
Pupinisierung s. Leitungen.

Quarze s. Funkwesen, Meßkunde, Theoret. Elektrotechnik.
Queeksilberdampf s. Stromrichter.
Queeksilberlampen s. Lichttechnik.

Rauhreif s. Leitungen.

Rechtspflege.
— **Gewerblicher Rechtsschutz.**
Das neue italienische Gesetz über den Patent-, Muster- und Markenschutz vom 13. 9. 1934. Kahle. 1185.
— **Verschiedenes.**
Anordnung Nr. 26 der Überwachungsstelle für Kautschuk und Asbest. 845.
Anordnungen 32 und 33 der Überwachungsstelle für unedle Metalle. 875.
Der 2. Bericht über die Arbeiten des Aktienrechts-Ausschusses der Akademie für das deutsche Recht. Nach W. Kißkalt. 975.
Das neue französische Gesetz über die Senkung der Strompreise. 1183.
Die Elektrizitätswirtschaft und die neuen gesetzlichen Verordnungen in Frankreich. Nach A. Mestre. 1338.
Neuere französische Patente über elektr. Akkumulatoren. Nach L. Jumau. 1361.
Gesetz zur Förderung der Energiewirtschaft. 1414.

Regelung und Widerstände (s. a. Bahnbau, Stromrichter, Wärmetechnik).
Verkehrsregelung s. Signalwesen.
Neuere Regelungen für Industrie-Dampfturbinen. Nach W. Guilhaumann. 789.
Das Regeln von Transformatoren mit Langsam- und Schnellschaltern. Nach M. Schwaiger. 789.

Regelung u. Widerstände.
Beitrag zur Frage der Wirk- und Blindleistungsregelung in Ringnetzen. Nach W. Schäfer. 790.
Schnell- und Stoßerregung von Synchronmaschinen über Gleichrichter in Stromtransformatorschaltung. H. Harz. *833.
Niederspannungs-Kleinregler. 839.
Erzeugung einer konstanten Wechselspannung bei schwankender Netzspannung. P. Boros. 997.
Konstanthaltung und Symmetrierung von Drehstrom-Drei- und Vierleiter-Spannungssystemen. Stromversorgung von Zählereichanlagen durch röhrengesteuerte Synchrongeneratoren. R. Reese. *1069. *1095.
Ein neuer stetiger elektr. Regler. Nach C. Himmler. 1103.
Vollselbsttätige Batterieladung unter Einhaltung sehr enger Spannungsgrenzen. H. Böhm. *1117.
Erwärmung von Schiebewiderständen. F. Moeller. *1143.
Die Prüfung von spannungsabhängigen Widerständen für Ableiter. Nach G. Pfestorf. 1204.
Berechnung und Untersuchung einer Steuervorrichtung hoher Güte. Nach H. L. Hazen. 1278.
Ein neuer Spannungs-Kleinregler. Nach F. v. Ratkowsky. 1304.
Die Bedeutung der Regelung in elektr. Lichtbogenöfen. Nach M. Boutigny. Vortr. 1306.
Fernregelung. 1364.
Beiträge zur Bewertung von Regelungs- und Belastungswiderständen. A. Rochleder. 1386.

Registrierung s. Meßkunde.
Reichsanstalt s. Prüfämter.
Reichsbahn s. Bahnbau und Abt. A V, Geschäftl. Mitt.
Relais s. Schaltgeräte.
Resonanz s. Meßkunde.
Rezensionen s. Abt. A III, Literatur.
Riemenspannung s. Maschinenantrieb.

Röhren (s. a. Meßkunde).
Die Glimmindikatorröhren mit drei und vier Elektroden zur optischen Abstimmung von Rundfunkempfängern. W. Heinze u. W. Pohle. *917.
Die Verwendungsmöglichkeit von gittergesteuerten Gleichrichtern und Elektronenröhren in der Papierindustrie. R. Mehlo. *936.
Ganzmetall-Empfangsröhren. 949.
Negative Ionenstrahlen bei der Formierung von Hochvakuum-Elektronenstrahlröhren. Nach M. v. Ardenne. 1232.
Röhrenentwicklung der letzten 20 Jahre. 1251.
Röhrenprogramm 1935/36. 1252.
Berechnung der Steuerspannung bei einer Eingitterröhre. Nach J. Wallot. 1330.
Ganzmetallröhren für Rundfunk und Industrie. Nach H. J. Nolte, J. E. Beggs u. T. A. Elder. 1419.

Rohstoffe s. Stoffkunde.

Röntgentechnik.
Röntgen-Feinstrukturuntersuchung der Nichteisenmetalle. Nach W. E. Schmid. 1001.

Röntgentechnik.
Stand und Probleme der Röntgentechnik. H. Graf. *1047.
Genormte Formate für Röntgenaufnahmen von Schweißnähten. 1059.
Hochspannungserzeuger für Hochfrequenz. Nach D. H. Sloan. 1076.
Anwendung der Elektroschweißung im Reichsbahnbetrieb und Röntgenprüfung. Nach Stieler. Vortr. 1212.
Die Verwendbarkeit sehr harter Röntgenstrahlen bei der Werkstoff-Durchstrahlung. R. Berthold. Brf. 1266.
— G. Keinath. Brf. 1266.
— A. Herr. Brf. 1267.
Untersuchung der Elektronenverteilung im Brennfleck von Röntgenröhren mit dem Elektronenmikroskop. Nach J. Dosse u. M. Knoll. 1358.
Deutsche Röntgengeräte für Dänemark. 1362.

Rundfunk s. Funkwesen.
Rutil s. Stoffkunde.

Sammelschienen s. Schaltanlagen.
Sammler s. Akkumulatoren.
Schall s. Meßkunde, Techn. Akustik.
Schallplatten s. Techn. Akustik.

Schaltanlagen und Schalttafeln.
Schaltanlagen für Großstadt-Elektrizitätswerke. Die Abspannwerke Oberspree und Rummelsburg, Berlin. F. Klostermann. *756.
Bericht der Fachgruppe Schaltanlagen auf der VDE-Tagung. H. Calliess. 791.
Zusammenschluß oder Trennung von Erdungen in Hochspannungsanlagen. Nach W. Koch. 791.
Anordnung von Sammelschienen aus Aluminium für hohe Stromstärken. Nach H. Johann. 791.
Einfache Verteilungsschaltanlagen in Ringnetzen. Nach K. Reiske. 791.
Die Einfachheit als Ziel der Entwicklung selbsttätiger Anlagen. Nach G. Meiners. 791.
Aluminium im Schaltanlagenbau. 904.
Hochspannungsanzeiger mit kleinen Abmessungen. 923.
Die elektr. Ausrüstung von Unterrichts- und Forschungsstätten. H. Häder u. W. Jaekel. *993.
Erzeugung des Aluminiums und seine Verwendung in der Elektrotechnik. Nach Dunker. Vortr. 1003.
Das 60 (100)/50/30 kV-Umspannwerk Breitungen. K. Thürwächter. *1013.
Temperaturanmeldefarben in Aluminiumschaltanlagen. Nach Geier, v. Zwehl u. Helling. 1025.
Bau und neuzeitliche Umgestaltung von Mittelspannungs-Schaltanlagen. H. Russell. *1037. *1066.
Ein Leuchtbild für große elektr. angetriebene Werkzeugmaschinen. 1075.
Glimmlampen-Schalterstellungzeiger. P. M. Plier. 1303.
Die elektr. Einrichtungen des Schluchseewerkes. W. Leitner. *1373. *1408.

Schaltgeräte.
— **Allgemeines.**
Neue Anschauungen über Kontakte. Nach Heilmann. Vortr. 905.
Paketschalter — ein Beitrag zur Schaltlehre. Nach R. Edler. 1102.



Schaltgeräte.

Anstiegsgeschwindigkeit der wiederkehrenden Spannung bei der Unterbrechung von Wechselstromkreisen. Nach C. H. Flurscheim. 1125.

Elektr. Kontakte. Nach G. Windred. 1226.

— Trennschalter.

Ein neuer Leistungstrennschalter. O. Mayr. *1189.

— Ölschalter.

275 kV-Hochleistungsschalter für die Boulder-Damm-Leitung. Nach D. C. Prince. 766.

Die Kurzschluß-Phasenverschiebung, ihre Bedeutung für den Abschaltvorgang und ihre Messung. W. Kaufmann. *1091.

Hochspannungsschaltgeräte (IEC-Tagungsbericht). Estorff. 1398.

— Öllose Hochsp.-Leistungsschalter.

Die Kurzschluß-Phasenverschiebung, ihre Bedeutung für den Abschaltvorgang und ihre Messung. W. Kaufmann. *1091.

Ein neuer Leistungstrennschalter. O. Mayr. *1189.

Druckluftschalter mit selbsttätig erzeugter Druckluft. Nach Bresson. 1256.

Neuerungen auf dem Gebiete der öllosen Schalter und ihrer Antriebe nach L. Schmitz. Vortr. 1370.

Hochspannungsschaltgeräte (IEC-Tagungsbericht). Estorff. 1398.

Die Entwicklung eines Druckluftschnellschalters. Nach H. Thommen. 1416.

— Luft-Selbstschalter.

Über Schutzleiter für Schutzschaltung. Walter. Brf. 979.
— F. Dittrich. Brf. 980.

Prüfung und Genauigkeit thermischer Auslöser (Motorschutzauslöser). H. Franken. *1301. *1350.

— Relais und Schütze.

Leitungsschutz beim Außertrittfallen der Kraftwerke. F. Cornelsen. *963.

Verwendung neuer Isolierstoffe im Bahnbetrieb. Nach Hermle. 1053.

Aus der Praxis der Fernmelderelais. J. Boysen. Vortr. *1213.

— Installationsschalter.

Präzisions-Kleinselbstschalter. 1388.

— Verschiedene Schaltgeräte.

Neuer kleiner Walzenschalter. 972.

Paketschalter — ein Beitrag zur Schaltlehre. Nach R. Edler. 1102.

Über ein Quecksilberkontakt-Thermometer mit veränderlicher Schalttemperatur. Nach H. Jacobs. 1103.

Ein neuer Synchronschalter. O. Renner. *1153.

Selbsttätiges Anlaßverfahren für Hochspannungs-Synchronmotoren. Nach B. Fleck. 1156.

Schaltvorgänge s. Theor. Elektrot., Überspannung, Überstrom.
Schattenbildung s. Lichttechnik.
Scheinwerfer s. Lichttechnik.
Schellack s. Stoffkunde.

Schieber.

Wirkungsweise des Turbinenkugelschiebers in der Selbst- und Fernsteueranlage Häusern. W. Leitner. 1419.

Schiebewiderstände s. Regelung.

Schiffahrt.

Propellergleichlauf über Synchronmaschinen. Nach H. Eichhorn. 792.

Fortschritte in der Anwendung des Lichtes im Signalwesen, Luft- und Seeverkehr. Nach O. Höpcke. 793.

Die elektr. Anlagen des turboelektr. angetriebenen Fahrgastschiffes „Potsdam". C. Meyer. *809.

Deckhilfsmaschinen auf der „Potsdam". 813.

Die elektr. Anlagen des Ostasiendampfers „Scharnhorst". F. Zipfel. *815.

Dieselelektr. Schiffsantrieb. G. Mitzlaff. *818.

Navigations- und Funkanlage auf der „Scharnhorst". 818.

Elektr. Fernsteuerungen für die Schiffsartillerie. Nach A. Sornein. 924.

Zur Theorie des elektr. Schiffsantriebes. G. Hauffe. *1023.

Das Dieselmotorschiff „Baden" der Deutschen Reichsbahn. 1028.

Elektr. Boote auf dem Maschsee in Hannover. 1056.

Elektroschweißung beim Bau der „Potsdam". Nach P. Claassen. Vortr. 1212.

Der turboelektr. Antrieb des Schnelldampfers „Normandie". 1229.

Elektr. Schiffsanlagen. 1306.

Elektr. Schiffsinstallationen (IEC-Bericht). Goos. 1398.

Schleppflug s. Fernsprechwesen.
Schlupfmesser s. Meßkunde.
Schmelzöfen s. Wärmetechnik.
Schnellbahnen s. Bahnbau.
Schraubenantrieb s. Schiffahrt.
Schrifttum s. Abt. A III, Literatur.
Schulen s. Unterricht.
Schütze s. Schaltgeräte.
Schutzeinrichtungen s. Elektr. Maschinen, Erdschluß, Schaltgeräte, Überspannungsschutz, Überstromschutz.
Schwachstromtechnik s. Bildtelegraphie, Fernsprech-, Funk-, Signal-, Telegraphenwesen, Hochfrequenztelephonie, Leitungen, Röhren, Verstärkertechnik.
Schweißen s. Wärmetechnik.
Schwingungen, elektr., s. Funkwesen, Leitungen, Theoret. Elektrot.

Schwingungen, mechanische.

Piezoelektr. Schwingungs- und Beschleunigungsmesser. Nach G. Gondet u. P. Beaudouin. 1025.

Sehvermögen s. Lichttechnik.
Selbstanschluß s. Fernsprechwesen.
Selbstschalter s. Schaltgeräte.
Sender s. Funkwesen.

Signalwesen.

Fortschritte in der Anwendung des Lichtes im Signalwesen, Luft- und Seeverkehr. Nach O. Höpcke. 793.

Die Sicherungsanlagen der Bahnstrecke Bologna—Florenz. 865.

Verkehrsregelung mit photoelektr. Zelle. 868.

Nachrichten- und Warnanlage für den Luftschutz in Großbetrieben. 891.

Neue Echoloteinrichtung. Nach W. Kunze. 898.

Elektromagnetische Post. 1158.

Das Eisenbahn-Sicherungswesen 1935. Nach Mahnke. 1279.

Signalwesen.

Dreiphasenschaltung für Lichtsignale. K. Meyer. *1317.

Signalanlagen für Streckenförderungen unter Tage. Nach L. Schäfer. 1331.

Fahrzeuggesteuerte Straßenverkehrsregelung. Nach T. P. Preist. 1358.

Signalanlage für Fahrdrahtbahn unter Tage. 1362.

Drehfeld - Übertragungssystem mit Gleichstromerregung. Nach Sornein. 1389.

Sitzungen s. Abt. A IV, Vereinsnachr.
Sonnenbestrahlung s. Leitungen.
Spannungsregler s. Regelung.
Speicherung s. Akkumulatoren, Elektr.-Werke, Landwirtschaft, Wärmetechnik.
Spektroskopie s. Meßkunde.
Spitzendeckung s. Elektr.-Werke.
Sprechverbindung s. Fernsprechwesen, Funkwesen.
Spulen s. Drosselspulen, Theoret. Elektrot.
Stabilität s. Elektr. Maschinen.
Städtereinigung s. Kraftfahrzeuge.
Stahl s. Hütte, Magnetismus, Stoffkunde, Wärmetechnik.

Ständischer Aufbau und Neuordnung der Wirtschaft.

Die Totalität des Nationalsozialismus in der Technik. W. Ohnesorge. Vortr. *783.

Stangen s. Maste.
Starkstrombeeinflussung s. Fernsprechwesen, Funkwesen.
Statistik s. Energiewirtsch., Leitungen.
Staubsauger s. Maschinenantrieb.
Steuerungen s. Bahnbau, Fernmessung, Lichttechnik, Maschinenantrieb, Regelung, Stromrichter.

Stiftungen.

Arnold-Stiftung. 1308.

Stiftung des Elektrotechnischen Vereins e. V. zur Förderung wissenschaftlicher Arbeiten der deutschen Elektrotechnik. 1341.

Stoffkunde und Stoffwirtschaft (s. a. Leitungen, Magnetismus).

— Metalle, Allgemeines.

Röntgen - Feinstrukturuntersuchung der Nichteisenmetalle. Nach W. E. Schmid. 1001.

Stand und Probleme der Röntgentechnik. H. Graf. *1047.

Aufgaben der deutschen Wirtschaft. Nach H. Röchling. Vortr. 1181.

Die Verwendbarkeit sehr harter Röntgenstrahlen bei der Werkstoffdurchstrahlung. R. Berthold. Brf. 1266.
— G. Keinath. Brf. 1266.
— A. Herr. Brf. 1267.

— Eisen und Stahl.

Gußeisen von hoher Kerbzähigkeit aus dem elektr. Ofen. 1055.

Hochwertige ferromagnetische Stoffe für Pupinspulenkerne. 1356.

Transformatorenbandstahl mit Einkristalleigenschaften. Nach N. P. Goss. 1361.

Antennen aus Nirosta-Stahl. 1420.

— Kupfer.

Anordnungen 32 und 33 der Überwachungsstelle für unedle Metalle. 875.



Stoffkunde.

— Aluminium.

Allgemeiner Überblick über die Probleme, vor die die Elektrizitätsversorgung durch die Einschränkung des Kupferverbrauchs gestellt wird. Nach W. Bolling. 791.

Kabel mit Aluminiumleitern unter besonderer Berücksichtigung der Kontaktverbindungen in Muffen und Endverschlüssen. Nach K. Tonnemacher. 791.

Erfahrungen über Verwendung von Aluminium in elektr. Anlagen. Nach T. Müller. 839.

Hohlseile aus Aluminium. Nach O. Dassetto, O. H. Schmitt u. L. Lux. 897.

Fortschritte der Elektroschweißung an Leichtmetallen. Nach C. Haase u. O. Plass. 898.

Aluminium im Schaltanlagenbau. 904.

Aluminium im Kabelbau. 921.

Die elektrolytische Feinung von Aluminium. 970.

Erzeugung des Aluminiums und seine Verwendung in der Elektrotechnik. Nach Dunker. Vortr. 1003.

Temperaturanmeldefarben in Aluminiumschaltanlagen. Nach Geier, v. Zwehl u. Helling. 1025.

Bericht des IEC-Ausschusses „Aluminium". Wiesthaler. 1163.

— Versch. Metalle u. Legierungen.

Die Erzeugung von Vanadium im elektr. Ofen. 1056.

Legierungen aus unmagnetischen Komponenten. Nach E. Friedrich u. A. Kußmann. 1158.

Ferromagnetische Eigenschaften des Gadoliniums. Nach G. Urbain, P. Weiß u. F. Trombe. 1390.

— Korrosion.

Freßschäden an Fernsprechkabeln in Hongkong. 874.

— Kohle und Treibstoffe.

Neuzeitliche Akkumulatoren als Antrieb für Fahrzeuge in Italien. Nach A. Frates. 768.

Erfahrungen mit Elektrokarren. Nach H. Witte. 1105.

— Isolierstoffe, Allgemeines (s. a. Isolatoren).

Einfluß der Überlastungen auf die Lebensdauer von Transformatoren. Nach L. C. Nichols. 764.

Isolierstoff-Forschung. Nach Schering. 772.

Typisierung der gummifreien Isolierstoffe. 1311. B. 1372.

— Keramische Isolierstoffe.

Eigentümlichkeiten des dielektr. Verhaltens Rutil-haltiger Kondensatorbaustoffe. Nach W. Soyck. 794.

Keramisches Installationsmaterial. Nach W. Klement. 875.

Eigenschaftstafel keramischer Werkstoffe. W. Weicker, E. Kunstmann u. W. Demuth. *915.

Keramische Isolierstoffe bei hohen Temperaturen. W. Weicker. *937.

— Verschiedene feste Isolierstoffe.

Zelluloseazetat als Isolierstoff. Nach A. R. Dunton. 772.

Stoffkunde.

Anordnung Nr. 26 der Überwachungsstelle für Kautschuk und Asbest. 845.

Verwendung neuer Isolierstoffe im Bahnbetrieb. Nach Hermle. 1053.

Schellack (IEC-Tagungsbericht). Evers. 1346.

— Isolieröl.

Isolierölpflege im Großkraftwerk. F. L. Hana. *859. B. 932.

Mineralöltagung 1935. 1210.

Isolieröle (IEC-Tagungsbericht). Evers. 1344.

— Verschiedene Stoffe.

Norbide, ein sehr harter Werkstoff. 950.

Störungen s. Bahnbau, Erdschluß, Fernsprechwesen, Funkwesen, Meßkunde, Überspannung, Überstrom.

Stoßspannung s. Leitungen, Prüfeinrichtungen.

Stoßspannungs-Generator s. Meßkunde.

Strahlung s. Funkwesen, Lichttechnik, Physik, Theor. Elektrot.

Straßenbahnen s. Bahnbau.

Straßenbeleuchtung s. Lichttechnik.

Streuung s. Elektr. Maschinen, Kondensator.

Stromerzeuger s. Elektr. Maschinen, Funkwesen.

Strompreis s. Elektr.-Werke.

Stromrichter (s. a. Meßkunde).

— Allgemeines.

Stromrichter (IEC - Tagungsbericht). Jungmichl. 1401.

— Quecksilberdampf-Gleichrichter.

Bericht der Fachgruppe Stromrichter auf der VDE-Tagung. R. Tröger. 791.

Hochspannungs-Eisenstromrichter mit Luftkühlung. Nach A. Siemens. 791.

Zur Frage der Stromrichterbelastung von Hochspannungsnetzen. Nach L. Lebrecht. 791.

Spannungsbildung bei neuzeitlichen Gleichrichtertransformatoren besonders unter Berücksichtigung schwacher Netze. Nach H. Scherp. 792.

Durch Einphasen-Gleichrichter gespeiste Gleichstrom-Bahnmotoren. Nach K. Töfflinger. 793.

Schnell- und Stoßerregung von Synchronmaschinen über Gleichrichter in Stromtransformatorschaltung. H. Harz. *833.

Glühkathoden-Quecksilberdampf-Gleichrichterröhren für hohe Leistungen. Nach Steiner. 898.

Großgleichrichteranlage für Japan. 950.

Stromrichterbelastung der Hochspannungsnetze. L. Lebrecht. Vortr. *957. *987. Bespr. 1003.

Stromrichter für Hochstromanlagen. K. Baudisch u. W. Leukert. *1141. *1197.

— Glühkathoden-Gleichrichter.

Glühkathoden-Quecksilbersdampf-Gleichrichterröhren für hohe Leistungen. Nach Steiner. 898.

— Trocken-Gleichrichter.

Zur Wirkungsweise nichtlinearer Widerstände (Sperrschicht-Gleichrichter) bei Meßgeräten mit mehreren Bereichen und gemeinsamer Skalenteilung. Nach H. Pfannenmüller. 1228.

Stromrichter.

Temperaturmessung mit Trockengleichrichter. Nach Siroksky u. N. Teibel. 1330.

— Lichtbogen-Stromrichter.

Vergleich der Betriebseigenschaften des Marx-Stromrichters mit denen anderer Stromrichter für Spannungen über 1000 V. Nach H. W. Meyer. 791.

Hochspannungs - Lichtbogenstromrichter mit strömendem Gas. Nach E. Marx. 922.

— Steuerung von Stromrichtern.

Schaltung und Steuerung der unmittelbaren Umrichter. K. Kettner u. G. Reinhardt. *829. *861.

Der „Stromrichter"-Motor. Nach E. F. W. Alexanderson u. A. H. Mittag. 868.

Die Verwendungsmöglichkeit von gittergesteuerten Gleichrichtern und Elektronenröhren in der Papierindustrie. R. Mehlo. *936.

Der gittergesteuerte Gleichrichter mit Sternpunktanode. 1051. B. 1084.

Über selbsterregte, fremdgesteuerte Wechselrichter in Gegentaktschaltung. Nach E. Blaich. 1026.

Gleichstrom-Kraftübertragung mit gleichbleibender Stromstärke. Nach Willis, Bedford u. Elder. Von H. Grünewald. 1099.

Zur Regelung von Gleichstrommotoren über gittergesteuerte Gleichrichter. Nach W. Schilling. 1126.

Die Zündkennliniensteuerung, eine neuartige Steuerung für Stromrichter. Nach W. Jacobi u. H. Kniepkamp. 1126.

Stromrichter für Hochstromanlagen. K. Baudisch u. W. Leukert. *1141. *1197.

Die Berechnung des einphasigen Reihenwechselrichters bei ohmscher Belastung. Nach W. Schilling. 1156.

Gittersteuerung für den 400 PS-Antriebsmotor eines Saugzuglüfters. 1257.

Der Wechselrichter mit magnetischer und Stromstoßsteuerung. Nach R. Savagnone. 1277.

Schaltvorgänge bei Stromrichtersteuerung von Nahtschweißmaschinen und Gittersteuereinrichtungen für Punkt- und Nahtschweißmaschinen. Nach B. Kalkner, C. Fröhmer. 1329.

Stromtarif s. Elektrizitätswerke.

Stromverdrängung s. Theoret. Elektrot.

Stromwendung s. Elektr. Maschinen.

Stromwirtschaft s. Energiewirtschaft.

Strukturuntersuchung s. Röntgentechn.

Supraleitung s. Theor. Elektrot.

Tageslicht s. Lichttechnik.

Tagungen.

Schutz der Fernsprechleitungen gegen Starkstrom auf der Tagung des CCIF, Budapest, September 1934. Nach Jäger. 844.

Internationaler Kongreß für Städtereinigung, Frankfurt (Main). 846.

Tag der Deutschen Technik. 903.

Die Tagung des Elektro-Installateurhandwerks in Hamburg. 924.

Energietagungen in Essen. 1002.



Tagungen.

Gemeinsame Jahrestagung der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung und des Reichsverbandes der Elektrizitätsversorgung in Saarbrücken. 1056.

Tagung der Internationalen Beleuchtungskommission vom 1. bis 10. Juli 1935. H. G. Frühling. 1088.

Saartagung der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung am 26. bis 28. September 1935 in Saarbrücken. 1129.

Mineralöltagung 1935. 1210.

Schweißtagung. Wundram. 1212.

Betriebsleitertagung 1935. 1390.

Drahtlose Ferntagung. 1390.

Talsperren s. Elektr. Werke.

Tarife s. Elektr.-Werke.

Technische Akustik (s. a. Meßkunde).

Die Geräuschanalyse des Kurzschlußmotors als Fehlerindikator. Nach H. Lund. 792.

Lautübertragung für Massenkundgebungen. 846.

Neue Echoloteinrichtung. Nach W. Kunze. 898.

Elektrographie, ein neues elektrostatisches Aufzeichnungsverfahren und seine Anwendungen. P. Selényi. Vortr. *961.

Ein Lichtton-Wiedergabegerät. E. Nesper. *996.

Geräuschlose Motorlager. 1051.

Magnetische Schallaufzeichnung. E. Schüller. *1219.

Das Magnetophon. W. H. Hansen. 1232.

Einphasen-Induktionsmotoren für Schallplattenantriebe. Nach E. C. Wadlow. 1254.

Verwendung von Quarzen zu Unterwasser-Schallverbindungen. 1325.

Elektrisch betätigte Orgel in Stralsund. 1390.

Elektrostatische Tonfrequenzmaschine. Nach E. B. Kurtz u. M. J. Larsen. 1410.

Die Lautstärke von Knacken, Geräuschen und Tönen. Nach Bürck, Kotowski u. Lichte. 1419.

Deutsche Lieferungen für ein Filmatelier in Ägypten. 1420.

Telegraphenwesen (s. a. Bildtelegraphie, Funkwesen, Leitungen).

Deutsches Fernschreibnetz mit selbsttätiger Fernwahl. 846.

Privattelegramme an Luftreisende. 1028.

Das Fernmeldewesen im ersten Halbjahr 1935. F. Gladenbeck. *1355.

Fernschreib - Teilnehmer - Verkehr im ersten Halbjahr 1935. 1355.

Umfång des deutschen Telegrammverkehrs. 1356.

Telephonie s. Fernsprechwesen.

Temperatureinfluß s. Akkumulatoren.

Theoretische Elektrotechnik.

— Elektrisches Feld.

Die elektrostatischen Maschinen. Nach H. Strauch. 1277.

Die maximale Feldstärke und die Kapazität der Drehstromkabel. Nach F. Böttcher. 1303.

Geschichte der Elektrisiermaschine bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts. Nach H. Schimank. 1360.

Theoretische Elektrotechnik.

Elektrostatische Tonfrequenzmaschine. Nach E. B. Kurtz u. M. J. Larsen. 1410.

— Durchschlag von Gasen.

Koronaentladung s. Leitungen.

Verhalten der Kugelfunkenstrecke bei Spannungsstößen sehr kurzer Dauer. Nach P. L. Bellaschi u. W. L. Teague. 771.

Die Zündung einer bestrahlten Funkenstrecke. Nach W. Rogowski u. W. Fucks. 875.

Nebelüberschlagsversuche an verschmutzten Isolatoren. Süberkrüb. Brf. 955.

Betriebsfrequente Überschlagkurven verschiedenster Anordnungen. Nach G. Rebora. 972.

Feldstärke und Oberflächenentladungen eines Dielektrikums bei spitzer Elektrode. Nach J. Müller. 1107.

Funkenentladungen zwischen Widerstandsplatten. Nach D. Müller-Hillebrand. 1333.

— Durchschlag von Flüssigkeiten.

Isolierstoff-Forschung. Nach Schering. 772.

Die elektr. Festigkeit von Mineralölen. Nach F. M. Clark. 772.

Verhalten von Isolierölen bei Gleichspannung. Nach Whitehead u. Marvin. 1072.

Stromleitung durch Transformatorenöl bei hohen Feldstärken. Nach J. F. Gillies. 1158.

Isolieröle (IEC-Tagungsbericht). Evers. 1344.

— Durchschlag fester Isolierstoffe.

Über den Wärmedurchschlag der Bakelitisolatoren. Nach A. M. Zalessky. 771.

Zelluloseazetat als Isolierstoff. Nach A. R. Dunton. 772.

Feldstärke und Oberflächenentladungen eines Dielektrikums bei spitzer Elektrode. Nach J. Müller. 1107.

— Dielektrische Verluste.

Feinmessung des dielektr. Verlustwinkels. 772.

Verhalten von Isolierölen bei Gleichspannung. Nach Whitehead u. Marvin. 1072.

Ein Kriterium für die Güte der Kabelisolation. Nach K. S. Wyatt u. E. W. Spring. 1125.

Stromleitung durch Transformatorenöl bei hohen Feldstärken. Nach J. F. Gillies. 1158.

Neuere Gesichtspunkte in der Hochspannungs-Prüftechnik. Nach W. Reiche. Vortr. 1341. Bespr. 1342.

Anwendungen der Isolationsforschung bei der Kabelherstellung. Nach D. W. Roper. 1385.

Meßverfahren zur Überwachung der Hochspannungsprüfung elektr. Geräte. Nach G. Keinath. Vortr. 1390.

— Dielektrizitätskonstante.

Styroflex bei Fernsprechkabeln. 1246.

— Elektrizitätsdurchgang durch Gase.

Messungen an Fluoreßenzschirmen, insbesondere bei Erregung mit Elektronenstrahlen. Nach M. von Ardenne. 844.

Die Strahlung der Resonanzlinien der Natriumentladung und die Schaffung einer absoluten Lichteinheit. Nach H. Schmellenmaier. 999.

Theoretische Elektrotechnik.

Zur Theorie der Kathodenzerstäubung. Nach R. Seeliger u. K. Sommermeyer. 1106.

Gasentladungen in der Nebelkammer. Nach H. Raether, C. D. Bradley u. L. Snoddy. 1107.

Negative Ionenstrahlen bei der Formierung von Hochvakuum-Elektronenstrahlröhren. Nach M. v. Ardenne. 1232.

Die Druckverhältnisse bei der dunklen Entladung (Korona). Nach M. Radonjitch u. A. Thoma. 1262.

Die Strom-Spannungs-Kennlinie der Spritzentladung. Nach H. Schnitger. 1334.

— Elektronentheorie.

Die ionisierende Wirkung von Meteoren. Nach Skellett. 860.

Elektrographie, ein neues elektrostatisches Aufzeichnungsverfahren und seine Anwendungen. P. Selényi. Vortr. *961.

Neutronen, Positronen und Deutonen. Nach H. Neuert u. F. Kirchner. 1280.

— Lichtbogen.

Das Verhalten von Kohle im Lichtbogen. Nach N. K. Chaney, V. C. Hamister u. S. W. Glass. 902.

Untersuchungen am elektr. Lichtbogen. Nach H. Plesse. 1076.

Stabilisierung von Lichtbogen durch Beschaffenheit der Elektrodenoberfläche. Nach C. G. Suits. 1157.

— Elektronenoptik.

Das Elektronenmikroskop. W. Henneberg. *853.

Über die Umwandlung von Lichtbildern. Nach W. Schaffernicht. 1106.

Die „durchsichtige“ Photokathode und ihre Eignung für elektronenoptische Systeme und Fernsehübertragung. Nach W. Kluge u. W. Heimann. 1154.

Berechnung des Streufeldes eines Kondensators, dessen Feld durch eine Blende begrenzt ist. Nach R. Herzog. 1308.

Untersuchung der Elektronenverteilung im Brennfleck von Röntgenröhren mit dem Elektronenmikroskop. Nach J. Dosse u. M. Knoll. 1358.

— Wechselstromtechnik.

Über Transformatoren mit annähernd sinusförmigem Magnetisierungsstrom. R. Buch u. H. Hueter. *933.

Oberwellen im Hochvoltnetz der ESAG. K. Halbach. *1045.

Die graphische Darstellung der Leitwert-, Strom- und Leistungsverhältnisse der T-Schaltung bei konstanter Eingangsspannung und beliebiger äußerer Belastung. Nach H. Kafka. 1101.

Zur Berechnung des auf Metallkreisplatten im hochfrequenten Magnetfeld wirkenden Drehmoments. Nach J. Hak. 1107.

Beitrag zum Problem der Wechselströme beliebiger Kurvenform. Nach P. Andronescu. 1334.

— elektr. Schwingungen.

Schwingungserzeugung mit der Habann-Röhre. Nach K. Fritz. 795.

Theoretische Elektrotechnik.

Sendung und Empfang von Zentimeterwellen. Nach J. Wolff, E. G. Linder u. R. A. Braden. 872.

Die Grundlagen der Dezimeterwellen-Technik. Nach W. Runge. 900.

Stromerzeuger für 1 bis 100 kHz. Nach L. D. Miles. 914.

Verfahren zur Ermittlung der Eigenfrequenz von Netzgebilden. Nach C. Dannatt u. S. E. Goodall. 967.

Hochspannungserzeuger für Hochfrequenz. Nach D. H. Sloan. 1076.

Die rechnerische Ermittelung der Schwingungsvorgänge in einem Kreis mit periodisch schwankenden Parametern. Nach A. Erdélyi. 1128.

Über ein neues Röhren-Kippschwingungsgerät für Elektronenstrahl-Oszillographen. M. v. Ardenne. *1295.

— **Schaltvorgänge.**

Bericht der Fachgruppe Schaltvorgänge auf der VDE-Tagung. E. Krohne. 789.

Vorgänge beim Abschalten leerlaufender Hochspannungsleitungen. Nach H. Baatz. 790.

Überschläge an Schaltanlagen beim Abschalten von Transformatoren. Nach H. Freiberger. 790.

Das magnetische Verhalten ferromagnetischer Stoffe bei Ausschaltvorgängen. Nach G. Kießling. 1076.

Anstiegsgeschwindigkeit der wiederkehrenden Spannung bei der Unterbrechung von Wechselstromkreisen. Nach C. H. Flurscheim. 1125.

Bestimmung der nach Kurzschlüssen wiederkehrenden Spannung. Nach E. W. Boehne. 1155.

Schaltvorgänge bei Stromrichtersteuerung von Nahtschweißmaschinen und Gittersteuereinrichtungen für Punkt- und Nahtschweißmaschinen. Nach B. Kalkner, C. Fröhmer. 1329.

— **Stromverdrängung.**

Stromverdrängung bei Doppelstabläufermotoren. E. Kübler. Brf. 980.

Zur Berechnung des auf Metallkreisplatten im hochfrequenten Magnetfeld wirkenden Drehmoments. Nach J. Hak. 1107.

Hautwirkung in zylindrischen Leitern mit elliptischem Querschnitt. Nach F. Lettowsky. 1127.

— **Induktivität.**

Änderung der Induktivität von eisenlosen Spulen infolge Wärmeausdehnung. Nach J. Hak. 1107.

— **Widerstand und Leitfähigkeit.**

Neues geoelektr. Meßverfahren. Nach O. Hecker. 871.

Der elektr. Leitwiderstand einer beliebig überbrückten Leiterschleife. K. Lichtenecker. 970.

Das Isolationsvermögen von Bernstein und Schwefel. Nach W. Gnann. 1001.

Der Stand der Forschung über die Supraleitung. W. Meißner. *1061.

Stromleitung durch Transformatorenöl bei hohen Feldstärken. Nach J. F. Gillies. 1158.

Die Ausbreitung des Wechselstroms im Erdreich zwischen zwei in der Erdoberfläche liegenden Elektroden. Nach H. Buchholz. 1334.

Theoretische Elektrotechnik.

— **Verschiedenes.**

Untersuchung des luftelektr. Potentialgefälles in der Arktis. Nach J. Scholz. 960.

Thermoelektr. Messung von Schiffsgeschwindigkeiten. Nach A. Égal. 998.

Das Primärnormal für Hochfrequenz in den V. S. Amerika. Nach L. Hall, E. Heaton u. G. Lapham. 1257.

Die Anwendungen piezoelektr. Kristalle in der Elektrotechnik. E. Hormann. *1321. B. 1372.

Thermoelektrizität s. Theor. Elektr.

Thermometer s. Meßkunde.

Thermoumformer s. Meßkunde.

Tonfrequenzmaschine s. Techn. Akustik.

Tränkung s. Maste.

Transformatoren.

— **Allgemeines.**

Einfluß der Überlastungen auf die Lebensdauer von Transformatoren. Nach L. C. Nichols. 764.

Transformatorenbandstahl mit Einkristalleigenschaften. Nach N. P. Goss. 1361.

— **Leistungstransformatoren.**

Das Regeln von Transformatoren mit Langsam- und Schnellschaltern. Nach M. Schwaiger. 789.

Überschläge an Schaltanlagen beim Abschalten von Transformatoren. Nach H. Freiberger. 790.

Spannungsbildung bei neuzeitlichen Gleichrichtertransformatoren besonders unter Berücksichtigung schwacher Netze. Nach H. Scherp. 792.

Isolierölpflege im Großkraftwerk. F. L. Hana. *859. B. 932.

Über Transformatoren mit annähernd sinusförmigem Magnetisierungsstrom. R. Buch u. H. Hueter. *933.

Transformatorenreserve ohne Leerlaufverluste. Nach H. Zwilling. 1101.

Der Schweißumspanner. R. Küchler. *1149.

Überspannungsschutz und Transformatorenentwicklung. Nach G. Frühauf. Vortr. 1370.

— **Meßwandler.**

Die Parallelschaltmöglichkeit von Stromwandlern. Nach H. Krüzner. 766.

Strom- und Spannungswandler höchster Genauigkeit. Nach W. Reiche. 796.

— **Prüftransformatoren.**

Neuere Gesichtspunkte in der Hochspannungs-Prüftechnik. Nach W. Reiche. Vortr. 1341. Bespr. 1342.

Treibstoffe s. Stoffkunde.

Trennschalter s. Schaltgeräte.

Triebfahrzeuge s. Bahnbau, Kraftfahrzeuge, Schiffahrt.

Turbinen s. Dampf- und Wasserturbinen.

Überlastung s. Transformatoren.

Überschlag s. Isolatoren, Theor. Elektrot.

Überspannung.

Schaltvorgänge s. Theoret. Elektrot.

— **Blitz und Gewitter.**

Wirkungen von Blitzströmen und künstlichen Stoßströmen derselben Größe. Nach P. L. Bellaschi. 1208.

Überspannung.

Gewitterstörungen in Hochspannungsleitungen und ihre Bekämpfung durch gründliche Erdung. Nach G. Lehmann. Vortr. 1371.

— **Wanderwellen.**

Ein kleiner Steilwellengenerator für 500 kV. H. Schering u. W. Raske. *751.

Hochstrom-Stoßgenerator. Nach K. B. McEachron u. J. L. Thomason. 1027.

Eine neue Stoßanlage für 3 Millionen Volt und 42 000 Wattsekunden. J. Rebhan. *1041.

Der Verlauf von Wanderwellen in elektr. Maschinen und deren Schutz beim Anschluß an Freileitungen. Nach H. Neuhaus u. R. Strigel. 1256.

Die Erzeugung hoher Gleichspannungsstöße mit der Marxschen Vervielfachungsschaltung. Nach R. Elsner. 1307.

Überspannungsschutz.

Ausblasschutz-Funkenstrecken zum Schutz einer 132 kV-Leitung. Nach P. Sporn u. I. W. Gross. 840.

Lichtelektr. Zellen im Überspannungsschutz von Antennenanlagen. 874.

Gewitteranzeigevorrichtung zum Schutz von Sendeanlagen. 1157.

Die Prüfung von spannungsabhängigen Widerständen für Ableiter. Nach G. Pfestorf. 1204.

Funkenentladungen zwischen Widerstandsplatten. Nach D. Müller-Hillebrand. 1333.

Überspannungsschutz und Transformatorenwicklung. Nach G. Frühauf. Vortr. 1370.

Untersuchungen über Gegengewichte an Hochspannungsleitungen. A. Hamm. *1381.

Überstrom und Kurzschluß.

Untersuchungen über die Frequenz der wiederkehrenden Spannung als Unterlage für die Prüfbestimmungen VDE 0670 (R. E. H.). Nach G. Hameister. 790.

Experimentelle Untersuchung über den Anstieg der wiederkehrenden Spannung bei Abschaltvorgängen. Nach W. Kaufmann. 790.

Schnell- und Stoßerregung von Synchronmaschinen über Gleichrichter in Stromtransformatorschaltung. H. Harz. *833.

Kurzschlußversuche im 3 kV-Kabelnetz des Städt. Elektrizitätswerkes Erfurt. Nach R. Weiß. 997.

Die Kurzschluß-Phasenverschiebung, ihre Bedeutung für den Abschaltvorgang und ihre Messung. W. Kaufmann. *1091.

Anstiegsgeschwindigkeit der wiederkehrenden Spannung bei der Unterbrechung von Wechselstromkreisen. Nach C. H. Flurscheim. 1125.

Bestimmung der nach Kurzschlüssen wiederkehrenden Spannung. Nach E. W. Boehne. 1155.

Überstromschutz.

Bedeutung und Aufbau des Schutzes elektr. Maschinen. Nach E. Bopp. 946.



Überstromschutz.
Leitungsschutz beim Außertrittfallen der Kraftwerke. F. Cornelsen. *963.
Ein neuer Leistungstrennschalter. O. Mayr. *1189.
Sofortiges Wiedereinschalten von 100 kV-Schaltern. Nach J. T. Johnson u. J. W. Graff. 1329.
Kurzschlußschutz von Gleichstrom-Baggermotoren durch Stromspitzendämpfung. Nach F. Hannig u. J. Gewecke. 1332.

Überwachung s. Elektr.-Werke.
Uhren s. Meßkunde.
Ultraviolett-Strahlung s. Lichttechnik.
Umformer s. Elektr. Maschinen.
Umformerwerke s. Bahnbau.
Umrichter s. Stromrichter.
Umspanner s. Transformatoren.
Umspannwerke s. Elektr.-Werke, Schaltanlagen.

Unfälle.
Gute Straßenbeleuchtung im Dienste der Verkehrssicherheit. H. Lingenfelser. *1167.
Straßenbeleuchtung und Autounfälle. 1179.

Unterbrecher s. Schaltgeräte.

Unterricht (s. a. Lichttechnik).
— **Hochschulen** (s. a. Abt. A II, Persönliches).
Höchstziffern für deutsche Hochschulen. 1108.
Außeninstitut der Technischen Hochschule, Berlin, in Gemeinschaft mit dem Bezirksverein deutscher Ingenieure. 1266.
— **Lehrmittel.**
Die elektr. Ausrüstung von Unterrichts- und Forschungsstätten. H. Häder u. W. Jaekel. *993.
— **Verschiedenes.**
Lehrgang für Zählereicher in Ilmenau. 950.
Fachgruppe für die Verbreitung lichttechn. Kenntnisse. 1090.
Das Programm des Hauses der Technik in Essen. 1128.
AWF-Rechenkurse 1935/36. 1210.
Lichtbogenschweißung und Schweißerausbildung. Nach Strelow. Vortr. 1212.

Unterwerke s. Bahnbau, Elektrizitätswerke.

Vanadium s. Stoffkunde.
VDE s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
VDE-Bestimmungen u. Normblätter s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Ventile s. Stromricht., Übersp.-Schutz.
Verbandsnachrichten s. Abt. A IV.
Verbrennungsmot. s. Brennkraftmasch.
Vereinsnachrichten s. Abt. A IV.
Verkehr s. Bahnbau, Fernsprechwesen, Funkwesen, Kraftwagen, Lichttechnik, Schiffahrt, Signalwesen, Telegraphenwesen.
Verkokung s. Wärmetechnik.
Verluste, dielektr., s. Theor. Elektrot.
Verschiebeanlage s. Maschinenantr.

Verstärkertechnik.
Rückkopplungsaudion mit verringertem Klirrfaktor. W. Nestel. *1021.

Verstärkertechnik.
Ein neuer Verstärker für Elektronenstrahl-Oszillographen. M. v. Ardenne. *1195.
Grenzen der Verstärkung. Nach J. B. Johnson u. F. B. Llewellyn. 1231.
Ein neuer Gleichstromverstärker für Meßzwecke. Nach L. Brandenburger. 1305.

Versuchsfelder s. Meßkunde, Prüfeinrichtungen.
Verteilung s. Installationswesen, Leitungen.
Vorschriften s. Normen u. Abt. A V, Geschäftl. Mitteilungen.
Vorträge s. Unterricht und Abt. A IV, Vereinsnachrichten.

Walzenschalter s. Schaltgeräte.
Walzwerk s. Hütte.
Wanderwellen s. Überspannung.
Wandler s. Transformatoren.
Wärmekraft s. Dampfkessel, Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Elektrizitätswerke, Energiewirtschaft.

Wärmetechnik.
— **Allgemeines.**
Entwicklung des elektrotechn. Rüstzeuges für die Industrie. Nach R. Bingel. Vortr. 903.
Verbreitung von Elektrowärmegeräten in Deutschland. 1033.
Eine streng richtige und allgemein gültige Erwärmungskurve. Nach R. Jaques. 1106.
Erwärmung von Schiebewiderständen. F. Moeller. *1143.
Die Bedeutung der Groß-Elektrowärmegeräte für Technik und Wirtschaft. C. T. Buff. Vortr. *1147. *1192. *1221. Bespr. 1239.
Vergleich der Erwärmung von blanken und isolierten zylindrischen Leitern. Nach W. Brügger. 1261.
Auswertung der „Leistung-Zeit"-Kurve von Erwärmungsversuchen. K. Hoerner. *1270.
Einfluß des Windes auf die Leitertemperatur von stromgeheizten Freileitungsseilen. Nach Gaudefroy u. K. H. Lippitt. 1357.
— **Kochgeräte und elektr. Küche.**
Elektroherd in der Mannschaftsküche des Fahrgastschiffes „Potsdam". 813.
Bestand elektr. Großküchen in der Schweiz. 882.
Bemessung und Einrichtung elektr. Anlagen in Wohnhausvierteln unter Berücksichtigung des elektr. Kochens. J. Bogdan. Brf. 907.
Messung der Isolationsfestigkeiten elektr. Kochplatten. Nach A. Velisek. 1026.
Vorschlag für die Bestimmung des Wirkungsgrades von Haushaltbacköfen. T. Dall. *1293.
— **Warmwasserbereitung.**
Techn. Stand und Aussichten der Energiespeicherung in der Elektrizitätsversorgung. L. Musil. *823.
Elektr. Dampfüberhitzer. 846.
Neuartiger Wärmeinhaltsanzeiger für elektr. geheizte Überlaufspeicher. 870.
Elektr. Öfen mit Wärmespeicher zum Glühen von Messingdraht. 1127.
— **Verschiedene Heizeinrichtungen.**
Elektr. Zündung von Sprengschüssen im Bergbau. Nach Blumberg. 843.

Wärmetechnik.
Elektr. Verkokungsverfahren. 1128.
— **Elektrische Öfen.**
— — **Allgemeines.**
Biegsame Leiter mit Wasserkühlung für Öfen. 768.
Elektr. Ringtunnelofen für den Dekorbrand von Porzellan. 842.
Ein Röhrengenerator für Induktionsheizung. Nach W. Fischer. 870.
Dichte Abschlüsse der Elektroden an elektr. Öfen. Nach S. E. Heuland. 899.
Stromerzeuger für 1 bis 100 kHz. Nach L. D. Miles. 914.
Die Bedeutung der Groß-Elektrowärmegeräte für Technik und Wirtschaft. C. T. Buff. Vortr. *1147. *1192. *1221. Bespr. 1239.
Die Bedeutung der Regelung in elektr. Lichtbogenöfen. Nach M. Boutigny. Vortr. 1306.
— — **Schmelzöfen.**
Die Metallurgie des Kobalts im elektr. Ofen. 772.
Die Erzeugung von Ferrochrom im elektr. Ofen. Nach N. Volianik. 845.
Der Induktionsofen ohne Badbewegung. Nach E. F. Russ†. 902.
Das Schmelzen von Aluminium im Induktionsofen. Kalpers. 920.
Der elektr. Ofen im Thomas-Stahlwerk. 999.
Vergleich zwischen Lichtbogenofen, Konverter, Siemens-Martin-Ofen und Tiegelofen im Stahlwerk. 1052.
Gußeisen von hoher Kerbzähigkeit aus dem elektr. Ofen. 1055.
Die Erzeugung von Vanadium im elektr. Ofen. 1056.
Über die Bauart und Anwendung des kernlosen Induktionsofens im Elektrostahlbetrieb. Nach F. Pölzguter. 1206.
Ein elektr. Strahlungsofen zum Schmelzen von Stahl. 1258.
Die elektrolytische Nickelgewinnung aus elektr. geschmolzenem Ferro-Nickel. Nach L. Guillet. 1280.
Metallurgische Fragen bei der Erzeugung von hochwertigem Gußeisen im elektr. Ofen. Nach A. Portevin. 1308.
Die Verhüttung von vanadium- und titanhaltigen Eisenerzen im elektr. Hochofen. Nach J. Challansonnet. Vortr. 1331.
Synthetischer Guß aus dem elektr. Ofen. Nach Keller. Vortr. 1331.
— — **Glüh- und Härteöfen.**
Ein elektr. Durchlaufofen für Härtezwecke. Nach L. Högel. 949.
Elektr. geheizte Öfen in einer Härterei. J. H. Rayer. *981.
Elektr. Öfen mit Wärmespeicher zum Glühen von Messingdraht. 1127.
— **Schweißen.**
Eine grundsätzlich neue Punkt- und Rollennaht-Schweißmaschine. 768.
Der Abschmelzvorgang im Gleichstrom-Schweißlichtbogen. Nach A. Waclawik. 832.
Fortschritte der Elektroschweißung an Leichtmetallen. Nach C. Haase u. O. Plass. 898.



Wärmetechnik.

Ummantelung der Elektroden zwecks Erhaltung einer zähen Schweißnaht. 950.
Die elektr. Vorgänge in den Stromkreisen der Lichtbogen-Schweißdynamo. Nach L. Müller. 968.
Schweißung von Drähten aus Chromnickel und hochhitzebeständigen Legierungen mittels Kondensatorentladung. J. Wrana. *991.
Genormte Formate für Röntgenaufnahmen von Schweißnähten. 1059.
Der Schweißumspanner. R. Küchler. *1149.
Elektroden für die elektr. Punktschweißung. 1206.
Anwendung der Elektroschweißung im Reichsbahnbetrieb und Röntgenprüfung. Nach Stieler. Vortr. 1212.
Lichtbogenschweißung und Schweißerausbildung. Nach Strelow. Vortr. 1212.
Schweißtagung. Wundram. 1212.
Elektroschweißung beim Bau der „Potsdam". Nach P. Claassen. Vortr. 1212.
Schaltvorgänge bei Stromrichtersteuerung von Nahtschweißmaschinen und Gittersteuereinrichtungen für Punkt- und Nahtschweißmaschinen. Nach B. Kalkner, C. Fröhmer. 1329.
Der Stand der elektr. Bogenschweißung in Frankreich. Nach M. J. Brillié, M. G. Languep. 1358.
Die Belastung des Netzes durch elektr. Schweißeinrichtungen. Nach H. Wilbert. *1411.
50-Hz-Wellenschreiber. Nach G. F. Gardner u. H. L. Mewell. 1417.
— **Löten.**
Die elektr. Hartlötung von Bronze auf Stahl. 1209.

Wärmewirtschaft s. Energiewirtschaft.
Wasserkraftwerke s. Elektr.-Werke.

Wasserturbinen.

Moderner Aufbau großer Wasserkraftgeneratoren. Nach H. Winkelsträter. 792.
Wirkungsweise des Turbinenkugelschiebers in der Selbst- und Fernsteueranlage Häusern. W. Leitner. 1419.

Wasserwirtschaft s. Energiewirtschaft.
Wechselrichter s. Stromrichter.
Wechselstromtechn. s. Theor. Elektrot.
Wellenausbreitung s. Funkwesen.
Werbung s. Elektr.-Werke.

Werkstatt.

Arbeit und Licht. W. Kircher. *1173.
Die zweckmäßige Beleuchtung des Werkplatzes. H. Flenter. *1169.
Elektrokarren im Werkbetrieb. 1389.

Werkzeugmaschinen s. Maschinenantr.
Wicklungen s. Elektr. Maschinen.
Widerstand s. Leitungen, Meßkunde, Regelung, Theor. Elektrot.
Wind s. Leitungen.
Wirkungsgrad s. Wärmetechnik.
Wirtschaft s. Energiewirtschaft und Abt. A V, Geschäftl. Mitt.
Wohnung s. Installationswesen.
Wörterbuch s. Abt. A III, Literatur.

Zähler s. Meßkunde.
Zeit s. Meßkunde.
Zeitansage s. Fernsprechwesen.
Zeitschriften s. Abt. A III, Literatur.
Zellen s. Akkumulatoren, Lichttechnik.
Zellulose s. Stoffkunde.
Zink s. Elektrochemie.
Zündung s. Bergbau, Wärmetechnik.

II. Persönliches.

Auszeichnung. 1347.
Hochschulnachrichten. 1084. 1164. 1188. 1347.

———

Arndt, Wilhelm. 1084.

Beljawsky, Alexei Grigorjewitsch. 1084. 1139.
Burghoff, Hans. 1211.

Debye, Peter. 1347.
Dunlop, D. N.†. 883.

Fischer, F. J. 847 (m. Bild).
Franke, Adolf. 1372 (mit Bild).

Goebel, Heinrich. 908.
Gosebruch, Wilhelm. 979 (m. Bild).

Hartmann, Siegfried†. 1083. 1159.
Hirche, Paul. 955.

Jaeger, Hans Curt, gen. Heinrich†. 1035 (m. Bild).

Keinath, Georg. 1188.
Keßler, Erich†. 1011.
Küpfmüller, Karl. 1188. 1347.

Ludin, Adolf. 1401 (m. Bild).

Mattern, Emil†. 1164.
Methling, H. 1011.
Müller, Harald. 1084.

Naderer, Georg. 955.
Natalis, Friedrich†. 906 (m. Bild).
Nebler, Karl†. 1011.
Nielsen, Knud†. 1244.

Pforr, Philipp. 979.

Rehmer, Martin†. 1003.
Rice, Edwin Wilbur †. 1371.
Rollwagen, Hans. 847.
Ruths, Johannes†. Von L. Musil. 883.

Schaefer, C. A. 906.
Schmidt, Arthur. 1211 (m. Bild).
Schmidt, Georg†. 1011.
Schott, Otto†. 1116 (m. Bild).
Schulze, Hermann. 955.
Schwenkhagen, H. 1347.
Stepper, Anton†. 1164.
Stotz, Hugo†. 1035. 1059 (m. Bild).
Sulzberger, Carl†. 1059. 1140 (m. Bild). 1159.

Tonnemacher, Hermann. 779 (m. Bild).
Toepler, Maximilian. 1164.

Wagner, Karl Willi. 1347.
Welsbach, Carl Auer v. 907.

III. Literatur.

Ankündigung von Büchern.

Erscheinen von Wechmann, Das elektr. Eisenbahnwesen der Gegenwart. 1109.
Internationales Wörterbuch. 1111.
Internationales elektrotechnisches Wörterbuch. 1241.

Elektrotechn. Zeitschrift (ETZ).

Unseren Jungingenieuren. R. Franke. 1349.
Messehefte 1936 der ETZ. 1362. 1414.

Verschiedenes.

Zur Einführung der Dezimalklassifikation. Har. Müller. *749.
Zur Woche des Buches. G. Seebauer. 1202.

Eingegangene Doktordissertationen. 780. 804. 852. 884. 908. 932. 956. 980. 1036. 1060. 1188. 1404. 1428.

Buchbesprechungen.

Die österreichische Kohle. Von F. Seidl. 851.
Elektro- und Maschinenindustrie der U. d. S. S. R. im Jahre 1934. Von Th. Sauer. 1036.
„Hütte". Des Ingenieurs Taschenbuch. Von A. Przygode. 1012.
„Hütte", Gesamtverzeichnis der Bände I bis IV. Von Przygode. 1427.
Materialien für den Erlaß von Betriebsordnungen. Von O. Knoop. 852.
Mitteilungen aus dem Reichspostzentralamt. Von K. A. Mittelstrass. 1402.
Physikalische Vorträge für Ingenieure. Von W. Bauer. 1403.
VDE-Fachberichte 1934. Von L. Binder. 1059.
VDE-Fachberichte 1935. Von L. Binder. 1315.
Vorschriftenbuch des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Von R. Vieweg. 1084.

Abraham, M., s. Becker, R.
Albert, A. L., Electrical Communication. Von Pfitzer. 848.
Ardenne, M. v., Fernsehempfang. Von A. Heilmann. 1426.

Barnard, R. M., Radio Receiver Measurement. Von Moebes. 849.
Basler, O., Der Große Duden. Von G. H. Winkler. 1348.
— O., u. E. Geißler, Stilwörterbuch der deutschen Sprache. Von G. H. Winkler. 1348.
Bechhold, H., Einführung in die Lehre von den Kolloiden. Von G. Eger. 931.
Becker, R., M. Abraham, Theorie der Elektrizität. Von G. H. Winkler. 956.
Behn, F. W., Der Kurzwellensender. Von W. Peters. 849.
Bergtold, F., Hilfsbuch für Rundfunk- und Verstärkertechnik. Von M. v. Ardenne. 1348.
Bolton, D. J., Ph. C. Honey u. N. S. Richardson, Electrical Water Heating. Von A. Wiese. 1372.
Brandenburger, K., Herstellung und Verarbeitung von Kunstharz-Preßmassen. Von A. Schob. 1403.

Damerow, E., Die praktische Werkstoffabnahme in der Metallindustrie. Von A. Schob. 1428.
Danninger, P., Die Dampfturbinenregelung. Von F. Ohlmüller. 932.
Dennhardt, A., u. E. H. Himmler, Leitfaden der Rundfunk-Entstörung. Von G. Flanze. 1402.
Droste, H. W., Das Neumeyer-Buch. Von Ew. Müller. 849.
Dufais, W. v., Physikalisch-chemische Grundlagen des Nachrichtenwesens. Von A. Krämer. 804.

Ebner, F., u. L. Roth, Technische Mathematik. Von Hamel. 884.

Fallou, J., Les Réseaux de Transmission d'Energie. Von O. Burger. 850.
Fielding, T. J., Photo-electric and selenium cells. Von W. Kluge. 1084.
Fischer, E. J., Wachse, wachsähnliche Stoffe und technische Wachsgemenge. Herausg. v. B. Rassow. Von K. Arndt. 851.
Föppl, L., u. H. Neuber, Festigkeitslehre mittels Spannungsoptik. Von K. Sporkert. 1427.



Garbotz, G., s. Penzien, W.
Geißler, E., s. Basler, O.
Glaser, A., u. K. Müller-Lübeck, Einführung in die Theorie der Stromrichter. Von W. O. Schumann. 1401.
Gronau, H., Untersuchung von Stopfbüchsen-Packungen und Manschettendichtungen für hohen hydraulischen Druck. Von H. J. Ströer. 1427.
Guertler, W., Metallographie. Von G. Masing. 1404.

Habert, F., Wärmetechnische Tafeln. Von W. Pauer. 1427.
Hennig, K. W., Einführung in die betriebswirtschaftliche Organisationslehre. Von O. Knoop. 851.
Herrmann, E. u. E. Zurbrügg, Die Bearbeitung des Aluminiums. Von F. Walter. 780.
Hiedl, H., Dampfturbinen-Verbrauchsdiagramme. Von M. J. Gereke. 851.
Higbie, H. H., Lighting calculations. Von J. Teichmüller. 1403.
Himmler, E. H., s. Dennhardt, A.
Honey, Ph. C., s. Bolton, D. J.
Horn, A., s. Schimpke, P.

Irmann, R., Aluminiumguß in Sand und Kokille. Von W. Claus. 1268.

Jüngling, O., Drosselklappen als Grundablaßverschlüsse. Von D. Thoma. 1404.

Kahler, W. u. P. Schemmann, Aufgelöste Rechenbeispiele aus der Praxis des Elektroinstallateurs. Von F. Moeller. 1268.
Klein, P. E., Spulen und Schwingungskreise. Von K. Mühlbrett. 884.
Kraft, E. A., Die Dampfturbine im Betriebe. Von A. Zinzen. 1348.

Langlois-Berthelot, R., Les Machines Asynchrones. Von J. Klamt. 804.
Lindsay, R. B., s. Stewart, G. W.
Lohse s. Neugebauer, P. V.

Meller, K., Taschenbuch für die Lichtbogenschweißung. Von O. Zdralek. 1372.
Moeller, F., Die Dreielektrodenröhre und ihre Anwendung. Von Kraemer. 980.
Möller, W., Ultrakurze Wellen. Von K. Mühlbrett. 780.
Müller, H., Führer durch die Technische Mechanik. Von W. Hort. 908.
Müller, O., Einführung in die symbolische Methode der Wechselstromtechnik. Von Hauffe. 1425.
Müller-Lübeck, K., s. Glaser, A.
Münzinger, F., Die Aussichten von Zwanglaufkesseln. Von A. Zinzen. 1426.

Nentwig, K., Funk-Meßtechnik für Radio-Bastler und Techniker. Von K. Mühlbrett. 1035.
Nesper, E., Modernisiere deinen Rundfunkempfänger. Von K. Mühlbrett. 849.
— E., Der VE 301 noch leistungsfähiger. Von K. Mühlbrett. 1060.
Netz, H., Wärmewirtschaft. Von A. Zinzen. 1036.
Neuber, H., s. Föppl, L.
Neugebauer, P. V., Lohse, Tafeln für numerisches Rechnen. Von G. Hamel. 932.

Pedersen, P. O., Radiation from a vertical antenna over flat perfectly conducting earth. Von G. Sudeck. 1402.
Penzien, W., Untersuchung der Arbeitsbedingungen für den elektr. Antrieb von absatzweise arbeitenden Baggern. Herausgeg. v. G. Garbotz. Von J. Gewecke. 1347.
Pinzger, W. u. E., Jahresbericht über Schrifttum und Rechtsprechung zum Gewerblichen Rechtsschutz, Urheber- und Wettbewerbsrecht. Von K. Kahle. 1084.
Pokorný, J., Elektromotor v prumyslu. Von G. W. Meyer. 1426.
Poschenrieder, R., s. Schroeter, K.
Preger, E., Spangebende Formung der Metalle in Maschinenfabriken durch Werkzeuge und Werkzeugmaschinen. Von A. Witt. 1060.

Radtke, Th., Das Doppelspannungsnetz. Von O. Burger. 847.
Rapatz, F., Die Edelstähle. Von O. Dahl. 1316.
Rassow, B., s. Fischer, E. J.
Reihlen, H., Remsen's Einleitung in das Studium der Chemie. Von G. Eger. 1012.
Remsen s. Reihlen, H.
Richardson, N. S., s. Bolton, D. J.
Roth, L., s. Ebner, F.

Schemmann, P., s. Kahler, K.
Schimpke, P., u. H. A. Horn, Praktisches Handbuch der gesamten Schweißtechnik. Von J. C. Fritz. 932.
Schmidt, G., s. Stewart, G. W.
Schroeter, K., u. R. Poschenrieder, Der Ausübungszwang in der Patentgesetzgebung aller Länder. Von Kahle. 852.
Schröter, W., Rundfunktechnik für alle. Von K. Mühlbrett. 1268.
Sedlacek, F., Auer v. Welsbach. Von Fr. Natalis †. 907.
Seeger, B., Der Lichtverbrauch Europas. Von F. W. G. Schmidt. 1035.
Sewig, R., Objektive Photometrie. Von W. Voege. 931.
Società Edison, Nel Cinquantenario della Società Edison. Von G. Rautenkrantz. 1425.
Spielmann, B., Kurzwellen. Von K. Mühlbrett. 908.
Stewart, G. W., u. R. B. Lindsay, Akustik. Übers. v. G. Schmidt. Von E. Lübcke. 780.
Stubbings, G. W., Automatic protection of a. c. circuits. Von E. Schulze. 1036.

Thiel, O., Ringbuch-Rechenschieber. Von Har. Müller. 1060.
Thun, R., Fernsehen und Bildfunk. Von Heilmann. 931.

Vidmar, M., Der kupferarme Transformator. Von R. Küchler. 1011.
Voigt, H., Mitteilungen des Wärmetechnischen Instituts der Technischen Hochschule Darmstadt. Von A. Wiese. 1316.

Waddicor, H., The principles of electric power transmission. Von W. v. Mangoldt. 931.
Walter, F., Das Vorbenutzungsrecht im Deutschen Patentrecht. Von Kahle. 884.
Werners, P., Energieübertragung und -umwandlung mit Wechselstrom. Von A. v. Timascheff. 1347.
Whitehead, J. B., Impregnated Paper Insulation. Von R. Vieweg. 1425.
Winckelmann, J., 20 neue Radio-Empfänger-Schaltungen für 1935. Von K. Mühlbrett. 1268.

Zeerleder, A. v., Technologie des Aluminiums und seiner Leichtlegierungen. Von G. Masing. 1404.
Zurbrügg, E., s. Herrmann, E.

IV. Vereinsnachrichten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Ausschüsse.

(Änd. = Änderungen und Nachträge zu früheren Fassungen und bestehenden Bestimmungen. Entw. = vollständiger Abdruck von Entwürfen.)

Aussch. f. Blitzableiterbau (ABB).
Normblatt DIN VDE 1822 „Blitzableiter, Trennstücke“. Entw. 1058.
Normblatt DIN VDE 1847 „Blitzableiter, Muffen“. Entw. 1057.

Aussch. f. Drähte und Kabel.
VDE 0125⁰/1934 „Umstell-Vorschr. f. isol. Leit. i. Starkstromanl. U.V.I.L.“. Änd. 1397.
VDE 0250/1931 „Vorschr. f. isol. Leit. i. Starkstromanl. V. I. L.“ Änd. 1397.

Aussch. f. Geräte m. Kleinstmot.
VDE 0730/1933 „Vorschr. f. Geräte mit Kleinstmot. V. G. K. M.“. Änd. 883.

Aussch. f. Installationsmaterial.
VDE 0610/1928 „Vorschr., Reg. u. Normen für d. Konstrukt. u. Prüfg. v. Install.-Mat. b. 750 V Nennspann. K. P. I.“ Änd. 803. Änd. 1083. Änd. (Inkraftsetzung) 1135.

Ausschuß für Isolieröle.
VDE 0370/1936 „Vorschr. f. Schalter- u. Transformatorenöle“. Endgültige Fassung. 1135.
Normblatt DIN 6556 „Richtlinien für Schmiermittel. Isolieröl für Transformatoren und Schalter“. 1137.

Ausschuß für Isolierstoffe.
Normblatt DIN VDE 605 „Hartpapier-Platten“. Entw. 1289.
Normblatt DIN VDE 606 „Hartgewebe-Platten“. Entw. 1289.

Aussch. f. Leuchtröhrenanlagen.
VDE 0128/1933 „Reg. f. Leuchtröhrenanlagen u. Leuchtröhrenger.“ Entw. 1309.

Normblätter.

DIN VDE 605 „Hartpapier-Platten“. Entw. 1289.
DIN VDE 606 „Hartgewebe-Platten“. Entw. 1289.
DIN VDE 1822 „Blitzableiter, Trennstücke“. Entw. 1058.
DIN VDE 1847 „Blitzableiter, Muffen“. Entw. 1057.
DIN VDE 3565 „Elektroflurfördergeräte. Batteriezellen“. Entw. 1368, 1369.
DIN 6556 „Richtlinien für Schmiermittel. Isolieröl für Transformatoren und Schalter“. 1137.
Neu erschienene DIN VDE-Normblätter. 779. 1397.





Prüfstelle des VDE.

Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens. 847. 1159. 1310.
Installations-Selbstschalter. 1241.
Verbandskennfaden für isolierte Leitungen. 1343.
Bekanntmachung betr. Zusatzteile für Volksempfänger VE 301. 1344.

Vorträge.

Banneitz, Über Fernsehen. *785.
Ohnesorge, W. Die Totalität des Nationalsozialismus in der Technik. *783.
Aus den Fachberichtgruppen der VDE-Tagung in Hamburg. 789.

Mitgliederversammlung.

Bericht über die Tätigkeit des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit der letzten Mitgliederversammlung in Stuttgart 1934/1935. 797.
Zur Hamburger Tagung. 781.
Die 37. Mitgliederversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Hamburg. Har. Müller. *781.
VDE-Fachberichte 1935. 1159. 1187.

Verschiedenes.

Bestimmung für die Prüfung und Beglaubigung von Elektrizitätszählern. 847.
Neu erschienene VDE-Arbeiten. 979.
8. Volltagung der Internationalen Elektrotechn. Kommission (IEC) in Scheveningen und Brüssel sowie Sitzungen einzelner Ausschüsse in Prag. 1111. 1160. 1241. 1290. 1344. 1398.
— Bekanntmachung betr. Bezug des Berichtes. 1397.
Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch. 1241.
VDE-Mitgliedsbeitrag für 1936. 1269.
Der VDDI im VDE. 1288.
CIGRE. Internationale Hochspannungskonferenz. Gesamtbericht über die Tagung 1935. 1315.

Elektrotechnischer Verein.

Einladungen.

Ordentl. Sitzung. 1057. 1187. 1287. 1367.
Außerordentl. Sitzung. 1310.
Fachgruppe: Leitungen und Leitungsnetze. 1265. 1341.
Fachgruppe: Elektromaschinenbau. 1310.
Abend der VDE-Jungingenieure. 1211.
Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure. 1310. 1341. 1367.
Zusammenkünfte der Jungingenieur-Arbeitsgemeinschaften. 1288.
Besichtigung des Baues der Nord-Süd-S-Bahn. 1239.
Besichtigung der Rundfunkgerätefabrikation bei der AEG, Apparatefabrik Treptow. 1287.
Fest der Technik. 1083. 1188.
Gesellschaftsabend. 1341.

Sitzungsberichte.

18. XII. 1934. 1263.
29. I. 1935. 1341.
21. III. 1935. 1003.
30. IV. 1935. 1239.
7. V. 1935. 1109.
28. V. 1935. 1139.
24. IX. 1935. 1159.
29. X. 1935. 1315.
26. XI. 1935. 1397.
Jungingenieur-Abend des VDE Gau Berlin-Brandenburg. Krauss. 1287.

Vorträge.

Vortragsreihe „Die Operatorenrechnung und ihre Anwendung zur Lösung technischer Aufgaben". K. W. Wagner. 1139. 1187.
August, G., Fernwirkanlagen.* 1363.
Boysen, J., Aus der Praxis der Fernmelderelais. *1213.
Buff, C. T., Die Bedeutung der Groß-Elektrowärmegeräte für Technik und Wirtschaft. *1147. *1192. *1221. Bespr. 1239.
Elias, J. G. J., Untersuchungen und Probleme der Ionosphäre. Bericht von A. Thoma. *1085. Bespr. 1109.
Koch, H., Elektr. Erscheinungen bei Menschen und Tieren. *1248. Bespr. 1263. Brf. 1424.
C. Ballhausen. Brf. 1424.
Kozisek, J., Über Selbsterregung und deren Verhütung bei Drehstrom-Reihenschlußmaschinen. *1121.
Lebrecht, L. Stromrichterbelastung der Hochspannungsnetze. *957. *987. Bespr. 1003.
Reiche, W., Neuere Gesichtspunkte in der Hochspannungs-Prüftechnik. Vortr. 1341. Bespr. 1342.

Verschiedenes.

Preisausschreiben. 779. 803.
Bekanntmachung betr. Erscheinen der Vortragsreihe „Elektrische Bahnen" als Buch. 1109.
Jungingenieure beim VDE. 1211. 1288.
Stiftung des Elektrotechnischen Vereins e. V. zur Förderung wissenschaftlicher Arbeiten der deutschen Elektrotechnik. 1341.

Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen (AEF).

Aufgabe 56. Spannungsverschiedenheiten in der Starkstromtechnik. 951.
Aufgabe 61. Sonderliste der Formelzeichen für den Elektromaschinenbau. 952.
Aufgabe 66. Wärmeübertragung. 954.
Aufgabe 82. Allgemeine physikalische Konstanten und damit zusammenhängende Umrechnungsgrößen und Einheiten. 1007.

Gaue des VDE und fremde Vereine und Verbände.

Aus dem Gau Bergisch-Land. 905.
Aus dem Gau Düsseldorf. 1003.
Aus dem Gau Hansa. 1212.
Aus dem Gau Magdeburg. 1370.
Aus dem Gau Niedersachsen. 1421.
Aus dem Gau Niederschlesien. 1370.
Aus dem Gau Nordhessen. 1368.
Aus dem Gau Nordsachsen. 1371
Aus dem Gau Oberschlesien. 905.
Aus dem Gau Ostpreußen. 1188.
Aus dem Gau Ostsachsen. 1368.
Aus dem Gau Saar. 905.
Aus dem Gau Thüringen. 1370.
— Erster Jungingenieurabend. 1368.
Sitzungskalender 804. 979. 1011. 1035. 1059. 1083. 1116. 1140. 1164. 1188. 1212. 1244. 1266. 1289. 1292. 1310. 1316. 1343. 1348. 1371. 1397.

Tag der Deutschen Technik. 903.
50 Jahre Internationaler Verein der Straßenbahnen, Kleinbahnen und öffentliche Kraftfahrunternehmen. A. Haas. 999.
23. Jahresversammlung der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft. H. G. Frühling. *1176.

V. Geschäftliche Mitteilungen.

Außenhandel.

Schweizer Elektro-Außenhandel 1934. 777.
Elektroaußenhandel der Niederlande 1934. 827.
Deutscher Elektroaußenhandel (Januar—Juni 1935) 977; (Januar—September 1935) 1285.
Französischer Elektro-Außenhandel 1934. 1034.
Welt-Elektro-Ausfuhr im ersten Halbjahr 1935. 1186.
Elektroaußenhandel 1934 von Estland, Lettland, Litauen. 1238.
Elektroerzeugung und Elektrizitätsanwendung in Japan. 1339.
Argentinien als Absatzmarkt für die Elektroindustrie. 1340.
Deutsche Kraftwerksausrüstung für Japan. 1362.
Deutsche Röntgengeräte für Dänemark. 1362.
Vereinigte Staaten von Amerika, Elektroaußenhandel 1934. 1396.
Deutsche Lieferungen für ein Filmatelier in Ägypten. 1420.

Bahnen.

Geschäftsbericht der Schweiz. Bundesbahnen (SBB) für 1934. 969.
Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über das 10. Geschäftsjahr 1934. 1105.

Elektroindustrie (s. a. Außenhandel, Jahresabschlüsse).

— **Amerika.**

Anhaltender Absatzanstieg bei der Chade. 881.
Westinghouse im Jahre 1934. 1134.
International Telephone and Telegraph Corp., New York (I. T. T.) im Jahre 1934. 828.
Auftragseingang der Elektroindustrie in den V. S. Amerika. 978.
Die Funkindustrie in den V. S. Amerika. Nach C. Borsarelli. 1056.
Absatz elektr. Haushaltgeräte in den V. S. Amerika. 882.



— Deutschland.
Neue Osramfabrik. 1028.
Bader & Co., Halle, 25jähriges Bestehen. 1286.
Vereinigte Hochspannungs-Isolatoren-Werke, Berlin, 25jähriges Jubiläum. 1286.
Horn, Th., Leipzig, 50jähriges Bestehen. 1286.
Telegraphen-Bauanstalt Rudolph Krüger, 75jähriges Jubiläum. 1158.
Beschäftigung der deutschen Elektroindustrie im zweiten Vierteljahr 1935. 1033.
Kapazitätsausnutzung der deutschen Industrie. 1108.
Verbreitung von Elektrowärmegeräten in Deutschland. 1033.

— England.
Steigende Elektroerzeugung in Großbritannien. 777.
Abschluß der General Electric Co., Ltd., London. 1134.
Verschmelzung von Seekabelfabriken in England. 1286.

— Holland.
Philips 1934/35. 1237.

— Polen.
Erzeugung der polnischen Elektroindustrie 1934. 882.

— Schweden.
Elektrotechnische Erzeugung Schwedens. 882.
Die schwedische Elektroindustrie im Jahre 1934. 881.

— Schweiz.
Bestand elektr. Großküchen in der Schweiz. 882.

Elektrowirtschaft (s. a. Jahresberichte).
Aus der polnischen Elektrizitätswirtschaft — Jahresabschlüsse 1934. 930. 1033.

Geschäftswelt, aus der —. 827. 882. 930. 1286. 1396.

Jahresabschlüsse deutscher AG der Elektroindustrie.
Accumulatorenfabrik AG. 1082.
Bergmann-Elektricitäts-Werke AG. 1082.
Brown, Boveri & Cie AG. 1082.
Faradit Rohr- und Walzwerk AG. 1082.
Felten & Guilleame, Carlswerk AG. 1082.
Ferdinand Schuchhardt, Berliner Fernsprech- und Telegraphenwerk AG. 1082.
Friedrich Merk, Telefonbau AG. 1082.
Hartmann & Braun AG. 1082.
Heliowatt Werke, Elektrizitäts-AG. 1082.
Himmelwerk AG. 1082.
Kabelwerk Wilhelminenhof AG. 1082.
Koch & Sterzel AG. 1082.
Land- und Seekabelwerke AG. 1082.
Lloyd Dynamowerke AG. 1082.
Lorenz, C., AG. 1082.
Mix & Genest AG. 1082.
Norddeutsche Kabelwerke AG. 1082.
Telephonfabrik Berliner AG. 1082.

Jahresberichten, Aus den — deutscher Elektrizitätswerke.
AG. Electrizitätswerke, Liegnitz. 880.
AG. Sächsiche Werke. 1234.
Badische Landeselektrizitätsversorgung AG (Badenwerk). 1234.
Bayerische Elektricitäts-Lieferungs-Ges. AG. 1132.
Elektrizitäts-AG Mitteldeutschland. 1132.
Elektrizitätswerk Sachsen-Anhalt AG. 1132.
Elektrizitätswerk Schlesien AG. 880.
Großkraftwerk Franken AG. 1132.
Großkraftwerk Stettin AG. 878.
Großkraftwerk Württemberg AG. 880.
Kommunales Elektrizitätswerk Mark AG. 1132.
KraftübertragungswerkeRheinfelden. 880.
Lech-Elektrizitätswerke AG. 880.
Main-Kraftwerke AG. 1132.
Märkisches Elektrizitätswerk AG. 880.
Neckar-Aktiengesellschaft. 1234.
Neckarwerke Aktiengesellschaft. 880.
Niederrheinische Licht- und Kraftwerke AG. 1234.
Ostpreußenwerk AG. 1132.
Pfalzwerke AG. 1132.
Preußische Elektrizitäts-AG. 1234.
Rheinisches Elektrizitätswerk im Braunkohlenrevier AG. 1234.
Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG. 878.
Thüringer Elektricitäts-Lieferungs-Ges. AG. 1132.
Thüringische Landeselektrizitätsversorgung-AG. „Thüringenwerk". 1234.
Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen AG. 1234.
Vereinigte Saar-Elektrizitäts-AG. 1234.

Metallpreise (2. Vierteljahr 1935) 929; (3. Vierteljahr 1935) 1236.
Rundfunkteilnehmer in der Welt. 930.
Stoffwirtschaft s. Abt. A I (Stoffkunde).



B. Namenverzeichnis.

Die Verfasser von Büchern sind nicht in diesem Verzeichnis, sondern unter Abteilung A III des Sachverzeichnisses aufgeführt. Persönliche Nachrichten siehe unter Abteilung A II des Sachverzeichnisses.

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz. — Brf. = Brief an die Schriftleitung. — B. = Berichtigung. — Vortr. = Vortrag. Bespr. = Besprechung. — Alle Zeichen stehen vor der Seitenzahl.

Die Umlaute ä, ö, ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Worte mit Umlauten sind den gleichartigen Worten mit einfachen Lauten nachgestellt.

Adolph, J., Die Befriedigung des Lichtbedürfnisses als Wirtschaftsfaktor. 1088.

Alexanderson, E. F. W. u. A. H. Mittag, Der „Stromrichter"-Motor. 868.

Allen, J. E., u. G. J. Gross, Gerät zur Fehlerortbestimmung an Freileitungen. 1255.

Alty, T., s. Gehrts, A.

Andrieux, J. L., Die elektrolytische Herstellung von Kalziumborid. 1055.

Andronescu, P., Beitrag zum Problem der Wechselströme beliebiger Kurvenform. 1334.

Ardenne, M. von, Messungen an Fluoreszenzschirmen, insbesondere bei Erregung mit Elektronenstrahlen. 844.

— M. v., Ein neuer Verstärker für Elektronenstrahl-Oszillographen. *1195.

— M. v., Negative Ionenstrahlen bei der Formierung von Hochvakuum-Elektronenstrahlröhren. 1232.

— M. v., Über ein neues Röhren-Kippschwingungsgerät für Elektronenstrahl-Oszillographen. *1295.

— M. v. (Rezens.), F. Bergtold, Hilfsbuch für Rundfunk- und Verstärkertechnik. 1348

Armstrong, E. H., Fortschritte der Frequenzmodulation. 1207.

Arndt, K. (Rezens.), E. J. Fischer, Wachse, wachsähnliche Stoffe und technische Wachsgemenge. 851.

— W., Über die Grenzen der Sichtbarkeit von Lichtern. 1088.

Arnold, A.G., Der Haushalt-Strompreis in den V. S. Amerika, eine staatliche Untersuchung. 927.

August, G., Fernwirkanlagen. *1363.

Baatz, H., Vorgänge beim Abschalten leerlaufender Hochspannungsleitungen. 790.

Bader, W., Gleichzeitige fehlerfreie Messung von Spannung und Strom. *889.

Bakker, G. J. Th., Internationale Zusammenarbeit in der Elektrizitätswirtschaft. Vortr. 1182.

Ballhausen, C., Elektr. Erscheinungen bei Menschen und Tieren. Brf. 1424.

Bandow, Die Elektrisierung der Paris-Orléans-Bahn. 893. B. 1212.

Banneitz, Über Fernsehen. Vortr. *785.

Barnard, T. R., Neuere elektr. Handlampen im englischen Bergbau. 948.

Barnett, G., s. McMillan, O.

Baudisch, K., u. W. Leukert, Stromrichter für Hochstromanlagen. *1141. *1197.

Bauer, W. (Rezens.), Physikalische Vorträge für Ingenieure. 1403.

Baumgartner, G. R., s. Dows, C. L.

Beaudouin, P., s. Gondet, H.

Beck, A. C., s. Bruce, E.

Bedford s. Grünewald, H.

Beggs, J. E., s. Molte, H. J.

Bellaschi, P. L., u. W. L. Teague, Verhalten der Kugelfunkenstrecke bei Spannungsstößen sehr kurzer Dauer. 771.

— P. L., Wirkungen von Blitzströmen und künstlichen Stoßströmen derselben Größe. 1208.

Benninghoff, W., Nahverkehr und seine neue Organisation in Deutschland. Vortr. 999.

Berthold, R., Die Verwendbarkeit sehr harter Röntgenstrahlen bei der Werkstoffdurchstrahlung. Brf. 1266.

Binder, L. (Rezens.), VDE-Fachberichte 1934. 1059.

— L. (Rezens.), VDE-Fachberichte 1935. 1315.

Bingel, R., Entwicklung des elektrotechn. Rüstzeuges für die Industrie. Vortr. 903.

Blaich, E., Über selbsterregte, fremdgesteuerte Wechselrichter in Gegentaktschaltung. 1026.

Blondel, A., Graphische Berechnung elektr. Kraftübertragungen. 1155.

Blumberg, Elektr. Zündung von Sprengschüssen im Bergbau. 843.

Bockemühl, A., Feinregelung für Straßenbahnwagen. 1053.

Bogdan, J., Bemessung und Einrichtung elektr. Anlagen in Wohnhausvierteln unter Berücksichtigung des elektr. Kochens. Brf. 907.

Böhm, H., Vollselbsttätige Batterieladung unter Einhaltung sehr enger Spannungsgrenzen. *1117.

Boehne, E. W., Bestimmung der nach Kurzschlüssen wiederkehrenden Spannung. 1155.

Bolling, W., Allgemeiner Überblick über die Probleme, vor die die Elektrizitätsversorgung durch die Einschränkung des Kupferverbrauchs gestellt wird. 791.

Bond, W., s. Mirk, D. B.

Bopp, E., Bedeutung und Aufbau des Schutzes elektr. Maschinen. 946.

Borel, J., Eine neue Art Ölkabel. 1228.

Borgquist, Die staatlichen Kraftwerke Schwedens. 763.

Boros, P., Erzeugung einer konstanten Wechselspannung bei schwankender Netzspannung. 997.

Borsarelli, C., Die Funkindustrie in den V. S. Amerika. 1056.

Böttcher, F., Die maximale Feldstärke und die Kapazität der Drehstromkabel. 1303.

Boutigny, M., Die Bedeutung der Regelung in elektr. Lichtbogenöfen. Vortr. 1306.

Boysen, J., Aus der Praxis der Fernmelderelais. Vortr. *1213.

Braden, R. A., s. Wolff, J.

Bradley, C. D., s. Raether, H.

Brandenburger, L., Ein neuer Gleichstromverstärker für Meßzwecke. 1305.

Brauns, H., Neueste Fortschritte in der Hochspannungskabeltechnik. Vortr. 905.

Bresson, Druckluftschalter mit selbsttätig erzeugter Druckluft. 1256.

Breuer, M., u. Lichtenfeld, Neue Triebwagen für die Berliner S-Bahn. 1229.

Brillié, M. J., u. M. G. Languep, Der Stand der elektr. Bogenschweißung in Frankreich. 1358.

Brötz, O., s. Koch, H. W.

Bruce, E., A. C. Beck u. L. R. Lowry, Waagerechte Rautenantennen. 1207.

Brüche, E., s. Gehrts, A.

Brüderlink, R., Die Rückwirkung von Asynchronmaschinen auf pendelnde Netze. 789.

Brügger, W., Vergleich der Erwärmung von blanken und isolierten zylindrischen Leitern. 1261.

Buch, R., u. H. Hueter, Über Transformatoren mit annähernd sinusförmigem Magnetisierungsstrom. *933.

Buchholz, H., Die Ausbreitung des Wechselstromes im Erdreich zwischen zwei in der Erdoberfläche liegenden Elektroden. 1334.

Budzinski, H., Die neuere Entwicklung der Trägerstromtelephonie. 1054.

Buff, C. T., Die Bedeutung der Groß-Elektrowärmegeräte für Technik und Wirtschaft. Vortr. *1147. *1192. *1221. Bespr. 1239.

Büggeln, Die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1934. 1337.

Bürck, Kotowski u. Lichte, Die Lautstärke von Knacken, Geräuschen und Tönen. 1419.
Burger, O. (Rezens.), Th. Radtke, Das Doppelspannungsnetz. 847.
— O. (Rezens.), J. Fallou, Les Réseaux de Transmission d'Énergie. 850.
Bürklin, Freileitungen (IEC-Tagungsbericht). 1345.
Burrows, Ch. R., Die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen über eine kugelförmige Erde. 1333.
— C. R., L. E. Hunt u. A. Decino, Ultrakurzwellen im Stadtgebiet. 1389.
Buss, K., u. W. Vogel, Stoßspannungsversuche an Hochspannungskabeln. 791.

Calliess, H., Bericht der Fachgruppe Schaltanlagen auf der VDE-Tagung. 791.
Carpenter, W. M., Haushaltsstromabnahme der V. S. Amerika. 1184. B. 1212.
Carroll, J. S., u. D. M. Simmons, Koronaverluste bei Erdschluß. 1415.
Case s. Harnett.
Challansonnet, J., Die Verhüttung von vanadium- und titanhaltigen Eisenerzen im elektr. Hochofen. 1331.
Chaney, N. K., V. E. Hamister u. S. W. Glass, das Verhalten von Kohle im Lichtbogen. 902.
Chaston, J. C., Eigenschaften der Kabelmäntel aus Blei und Bleilegierungen. 845.
Claassen, P., Elektroschweißung beim Bau der „Potsdam". Vortr. 1212.
Clark, A. R., s. Gehrts, A.
— F. M., Dielektr. Festigkeit von Mineralölen. 772.
Claus, W. (Rezens.), R. Irmann, Aluminiumguß in Sand und Kokille. 1268.
Collard, J., Geräuschgrenzen in langen zwischenstaatlichen Fernleitungen. 1261.
Conrad, F., s. Urban, W.
Cornelsen, F., Leitungsschutz beim Außertrittfallen der Kraftwerke. *963.
Cost, R. W., Die Beleuchtung der neuen Stromlinienwagen der nordamerikanischen Bahnen. 1178.
Crary, S. B., s. March, L. A.
Crawford, A. B., s. Englund, C. R.

Dahl, O. (Rezens.), F. Rapatz, Die Edelstähle. 1316.
Dall, T., Vorschlag für die Bestimmung des Wirkungsgrades von Haushaltbacköfen. *1293.
Dallmann, H., Empfindliche Drehspul-Meßgeräte mit kurzer Einstelldauer. *1299.
Dannatt, C., u. S. E. Goodall, Verfahren zur Ermittlung der Eigenfrequenz von Netzgebilden. 967.
Dassetto, O., O. H. Schmitt u. L. Lux, Hohlseile aus Aluminium. 897.
Dauvillier, M. A., Untersuchungen über die kosmische Strahlung. 971.
Davis, E. D., Elektr. Pflügen in Frankreich. 1358.
Decino, A., s. Burrows, C. R.
Déjardin, G., u. R. Schwégler, Neue Quecksilberdampfröhren für niedrigen Druck und hohe Spannungen. 969.
Demuth, W., s. Weicker, W.
Dennhardt, A., u. E. H. Himmler, Ein tragbares Meßgerät zur Untersuchung von Störfeldern. 901.
Dick, M., Untersuchung der Radiostörwirkung von Hochspannungsisolatoren. 1227.
Dittrich, F., Über Schutzleiter für Schutzschaltung. Brf. 980.
Dolzmann, K., Ausnutzung und Wettbewerbsfähigkeit des Elektromotors in der Landwirtschaft. Vortr. *927.
Dosse, J., u. M. Knoll, Untersuchung der Elektronenverteilung im Brennfleck von Röntgenröhren mit dem Elektronenmikroskop. 1357.
Dows, C. L., u. G. R. Baumgartner, Zwei neue objektive photometrische Meßgeräte. 1177.
Dozler, E., Neuzeitliche Straßenbahnsteuerungen. 793.
Dreibholz, Die Wunder der drahtlosen Welle. Vortr. 1369.
Droege, A., Neuzeitliche Straßenbeleuchtung. Vortr. 1178.
Drotschmann, C., Braunstein als Depolarisator. 972.
Dunker, Erzeugung des Aluminiums und seine Verwendung in der Elektrotechnik. Vortr. 1003.
Dunlap, G. W., s. Hegy, L.
Dünner, E., Anlauf und Betrieb von Induktionsmotoren mit verschiedenen Läuferarten. 867.
Dunton, A. R., Zelluloseazetat als Isolierstoff. 772.
Dyke, van, Die Bestimmung kennzeichnender Eigenschaften des piezoelektr. Quarzresonators. 1001.

Edler, R., Paketschalter — ein Beitrag zur Schaltlehre. 1102.
Égal, A., Thermoelektr. Messung von Schiffsgeschwindigkeiten. 998.
Eger, G. (Rezens.), H. Bechhold, Einführung in die Lehre von den Kolloiden. 931.
— G. (Rezens.), H. Reihlen, Remsen's Einleitung in das Studium der Chemie. 1012.
Eichhorn, H., Propellergleichlauf über Synchronmaschinen. 792.
Elder s. Grünewald, H.
— T. A., s. Molte, H. J.
Eldredge, K. R., Ein Wattmeter für Fernsprechstromkreise. 1025.
Elgenberg, A., Meßstange zur Feststellung fehlerhafter Isolatoren. 1385.
Elias, J. G. J., s. Thoma, A.
Ellis, W. C., u. E. E. Schumacher, Magnetische Werkstoffe. 1210.
Ellspermann, E., Beleuchtung von Autostraßen. 793.
Ellwood, W. B., Ballistisches Hochvakuum-Drehspulgalvanometer. 923.
Elsner, R., Die Erzeugung hoher Gleichspannungsstöße mit der Marxschen Vervielfachungsschaltung. 1307.
— R., Die Eichung einer 100 cm-Kugelfunkenstrecke mit Stoßspannung. *1405.
Eltz-Rübenach, Frhr. v., Kraftquellen der Verkehrsmittel. Vortr. 904.
Emde, F., s. Fecker, Th.
Englund, C. R., A. B. Crawford u. W. W. Mumford, Weitere Ergebnisse über die Ultrakurzwellen-Ausbreitung. 1230.
Enke, H., s. Röhler, H.
Eppen, F., Ergebnisse von Rundfunkstörungsmessungen. 795.
Erdélyi, A., Die rechnerische Ermittelung der Schwingungsvorgänge in einem Kreis mit periodisch schwankenden Parametern. 1128.
Estorff, Hochspannungsschaltgeräte (IEC-Bericht). 1398.
Evers, Isolieröle (IEC-Tagungsbericht). 1344.
— Schellack(IEC-Tagungsbericht). 1346.
Ewald, Funkwesen (IEC-Tagungsbericht). 1345.
Ewest, H., Über die Weiterentwicklung der Gasentladungslampen. *1225.

Fecker, Th., F. Emde, Die Unsicherheit der Spannung des Westonelementes. 1306.
Ferrari, F., Neues Meßprinzip mit Hilfe von Mittelwerts-Bestimmungen für die Mengen-Meßtechnik. 796.
Finck, F., Die elektr. Ausrüstung der neuen BVG-Oberleitungs-Omnibusse. *819.
Findley, R. L., Grobschalten von Gleichstrommotoren. 968.
Fischer, E., s. Mayer, H. F.
— W., Ein Röhrengenerator für Induktionsheizung. 870.
Flanze, G. (Rezens.), A. Dennhardt u. E. H. Himmler, Leitfaden der Rundfunk-Entstörung. 1402.
Fleck, B., Selbsttätige Anlaßverfahren für Hochspannungs-Synchronmotoren. 1156.
Flenter, H., Die zweckmäßige Beleuchtung des Werkplatzes. *1169.
Flurscheim, C.H., Anstiegsgeschwindigkeit der wiederkehrenden Spannung bei der Unterbrechung von Wechselstromkreisen. 1125.
Ford, L. H., s. Webb, C. E.
Förster s. Taschinger.
Franke, R., Unseren Jungingenieuren. *1349.
Franken, H., Prüfung und Genauigkeit thermischer Auslöser (Motorschutzauslöser). *1301. *1350.
Frates, A., Neuzeitliche Akkumulatoren als Antrieb für Fahrzeuge in Italien. 768.
Freiberger, H., Überschläge an Schaltanlagen beim Abschalten von Transformatoren. 790.
Freytag, H., Genaue Messung sehr kleiner Widerstände mit der Wheatstoneschen Brücke. 1103.
Friedrich, A., u. B. Thierbach, Der Aufbau und die Verflechtungen der Elektrowirtschaft. *1391.
— E., u. A. Kußmann, Legierungen aus unmagnetischen Komponenten. 1158.
Fritz, J. C. (Rezens.), P. Schimpke u. H. A. Horn, Praktisches Handbuch der gesamten Schweißtechnik. 932.
— K., Schwingungserzeugung mit der Habann-Röhre. 795.
Fröhmer, C., s. Kalkner, B.
Frühauf, G., Überspannungsschutz und Transformatorenwicklung. Vortr. 1370.
Frühling, H. G., Tagung der Internationalen Beleuchtungskommission vom 1. bis 10. Juli 1935. 1088.
— H. G., 23. Jahresversammlung der Deutschen Lichttechn. Gesellschaft. *1176.
Fucks, W., Zur Messung von Geschoßgeschwindigkeiten und deren Schwankungen. 998.
— W., s. Rogowski, W.
Fürst, Akkumulatoren (IEC-Bericht). 1400.

Gardner, G. F., u. H. L. Newell, 50 Hz-Wellenschreiber. 1417.
Gaudefroy, H., u. K. H. Lippitt, Einfluß des Windes auf die Leitertemperatur von stromgeheizten Freileitungsseilen. 1357.
Gehrts, A., T. Alty, A. R. Clark, E. Brüche u. W. Knecht, Adsorbierte Oberflächenschichten, Wandern von adsorbierten Atomen. 875.



Geier, v. Zwehl u. Helling, Temperaturanmeldefarben in Aluminiumschaltanlagen. 1025.
Geismann, H., Über Detektoren. 971.
Geldermann, A., Neue Untergrundbahnstrecke in Buenos Aires. *838.
Geller, Die elektr. Einrichtungen in Aufbereitungen und Kokereien. Vortr. 905.
Génin, G., Einfluß tiefer Temperaturen auf den Bleisammler. 1208.
Genkin, V., Zeichnerische Berechnung elektr. Leitungsnetze mit rechtwinkligen Koordinaten. 868.
Gercke, M. J. (Rezens.), H. Hiedl, Dampfturbinen - Verbrauchsdiagramme. 851.
Gewecke, H., u. R. Huber, Über den Druckabfall im Stamm bei der Tränkung nach dem Saftverdrängungs-(Boucherie-) Verfahren. *1022.
— H., Über die Lebensdauer von nach dem Saftverdrängungsverfahren getränkten Telegraphenstangen. *1119.
— J. (Rezens.), W. Penzien, Untersuchung der Arbeitsbedingungen für den elektr. Antrieb von absatzweise arbeitenden Baggern. Herausg. v. G. Garbotz. 1347.
— J., s. Hannig, F.
— J., s. Neumann, H.
Geyger, W., Selbsttätige Abgleichung von komplexen Kompensations- und Brückenschaltungen mit phasenabhängigen Nullmotoren. 1387.
— W., Ein neuer Kompensations-Schnellschreiber für Gleichstrommessungen. 1388.
Gillies, J. F., Stromleitung durch Transformatorenöl bei hohen Feldstärken. 1158.
Gladenbeck, F., Das Fernmeldewesen im ersten Halbjahr 1935. *1355.
Glass, S. W., s. Chaney, N. K.
Glazunow, A., Die Messung von metallischen Überzügen durch Elektrolyse. 949.
Gleichmann, H., Thermische Spitzenkraftwerke im Verbundbetrieb. 789.
Gnann, W., Das Isolationsvermögen von Bernstein und Schwefel. 1001.
Gondet, H., u. P. Beaudouin, Piezoelektr. Schwingungs- und Beschleunigungsmesser. 1025.
Goodall, S. E., s. Dannatt, C.
Goos, Elektr. Schiffsinstallationen (IEC-Bericht). 1398.
Goss, N. P., Transformatorenbandstahl mit Einkristalleigenschaften. 1361.
Goulde, R. U., u. W. Kind, Elektrizität als Lichtquelle im Gartenbau. 769.
Graf, H., Stand und Probleme der Röntgentechnik. *1047.
— L., u. A. Kußmann, Eisen-Platin-Legierungen mit hoher Koerzitivkraft. 1384.
Greff, J. W., s. Johnson, J. T.
Grandjean, M., Tragbares Gerät zur Prüfung der Güte von Glühlampen. 767.
Gratzmuller, L., Betrieb eines Hauptstromgenerators, der auf Gegenspannung arbeitet. 1416.
Graupner, H., Über Empfindlichkeit und Grenzfrequenz des empfindlichen Hochvakuum-Glühkathoden - Oszillographen. 1126.
Green, St., Ein neuer amerikanischer Wechselstromzähler. 1387.
Grocholski, A., Berechnung der Ströme im unsymmetrisch belasteten Drehstromnetz. 1203.
Gross, G. J., s. Allen, J. E.
— I. W., s. Sporn, P.
Grundy, E., s. Holmes, W.
Grünewald, H., Das Schalten von Hochspannungs-Phasenschieber-Kondensatoren großer Leistung nach Netzversuchen. 790.
— H., Gleichstrom - Kraftübertragung mit gleichbleibender Stromstärke. Nach Willis, Bedford u. Elder. 1099.
Guilhaumann, W., Neuere Regelungen für Industrie - Dampfturbinen. 789.
Guillet, L., Die elektrolytische Nickelgewinnung aus elektr. geschmolzenem Ferro-Nickel. 1280.
Gunsolley, V., Zwangsgleichlauf zwischen verschiedenen Trägerwellen. 924.
Gust, Die neuzeitliche Fernsprechtechnik unter besonderer Berücksichtigung des Luftschutzes. Vortr. 905.

Haas, A., 50 Jahre Internationaler Verein der Straßenbahnen, Kleinbahnen und öffentl. Kraftfahrunternehmen. 999.
Haase, C., u. O. Plass, Fortschritte der Elektroschweißung an Leichtmetallen. 898.
Häder, H., u. W. Jaekel, Die elektr. Ausrüstung von Unterrichts- und Forschungsstätten. *993.
Hafner, H., Der durch Kondensatoren selbsterregte Drehstrom-Asynchrongenerator. 841.
Hahnemann, W., Dezimeterwellen in der Luftfahrt. 1259.
Hak, J., Die öffentl. Elektrizitätswirtschaft Frankreichs in den Jahren 1933 und 1934. *877.
— J., Änderung der Induktivität von eisenlosen Spulen infolge Wärmeausdehnung. 1107.
— J., Zur Berechnung des auf Metallkreisplatten im hochfrequenten Magnetfeld wirkenden Drehmoments. 1107.
Halbach, K., Oberwellen im Hochvoltnetz der ESAG. *1045.
Hall, L., E. Heaton u. G. Lapham, Das Primärnormal für Hochfrequenz in den V. S. Amerika. 1257.
Hameister, G., Untersuchungen über die Frequenz der wiederkehrenden Spannung als Unterlage für die Prüfbestimmungen VDE 0670 (R. E. H.). 790.
Hamel (Rezens.), F. Ebner u. L. Roth, Technische Mathematik. 883.
— G. (Rezens.), P. V. Neugebauer, Lohse, Tafeln für numerisches Rechnen mit Maschinen. 932.
Hamister, V. C., s. Chaney, N. K.
Hamm, A., Untersuchungen über Gegengewichte an Hochspannungsleitungen. *1381.
Hana, F. L., Isolierölpflege im Großkraftwerk. *859. B. 932.
Handel, P. v., u. W. Pfister, Untersuchungen über das Strahlungsfeld von Ultrakurzwellen-Antennen. 1261.
Hannig, F., Tauchpumpen im Tagebaubetrieb. *759.
— F., u. J. Gewecke, Kurzschlußschutz von Gleichstrom-Baggermotoren durch Stromspitzendämpfung. 1332.
Hansen, W. H., Das Magnetophon. 1232.
Harmel, C., Betrieb mit Oberleitungsomnibussen. 969.
— Ch., Fortschritte der Fahrdrahtbusse während der letzten 5 Jahre. Vortr. 1000.
Harnett u. Case, Entwurf und Prüfung von Mehrbereichempfängern. 1054.
Harz, H., Schnell- und Stoßerregung von Synchronmaschinen über Gleichrichter in Stromtransformatorschaltung. *833.
Hasse, H., Die dieselektr. Schnelltriebwagen der Deutschen Reichsbahn und ihre Steuerungen. *1353.
Hauffe (Rezens.), O. Müller, Einführung in die symbolische Methode der Wechselstromtechnik. 1425.
— G., Zur Theorie des elektr. Schiffsantriebes. *1023.
Hazen, H. L., Berechnung und Untersuchung einer Steuervorrichtung hoher Güte. 1278.
— H. L., Theorie der Servo-Steuerungen. 1279.
Heaton, E., s. Hall, L.
Hecker, O., Neues geoelektr. Meßverfahren. 871.
Hegy, L., u. G. W. Dunlap, Koronaverluste unter verschiedenen atmosphärischen Bedingungen. 867.
Hehlgans, F., Elektrokardiograph mit Elektronenstrahlröhre. 1076.
Heidenreich, R., Vorschubbegrenzung und elektr. Ab- und Umschaltung. 900.
Heilmann, Neue Anschauungen über Kontakte. Vortr. 905.
— (Rezens.), R. Thun, Fernsehen und Bildfunk. 931.
— A. (Rezens.), M. v. Ardenne, Fernsehempfang. 1426.
Heimann, W., Neuere Bildzerleger in der Fernsehtechnik. *761.
— W., s. Kluge, W.
Heineck, F., Über Detektoren. 971.
Heinrich, K., Näherungsrechnung zur Bestimmung der Mindestgrößen von Entstörungskondensatoren für Gleichstrommaschinen. *943. Brf. 1424.
Heinze, W., u. W. Pohle, Die Glimmindikatorröhren mit drei und vier Elektroden zur optischen Abstimmung von Rundfunkempfängern. *917.
Heller, F., u. W. Kauders, Das Görgessche Durchflutungspolygon. 1102.
— F., u. S. Matena, Umlaufende magn. Kräfte in Käfigankermotoren. 1228.
Helling s. Geier.
Hellmund, R. E., u. L. R. Ludwig, Bürstenfeuer unter der Bürste. 897.
Henneberg, W., Das Elektronenmikroskop. *853.
Henselmeyer, G., s. Soelch, L.
Hermle, Verwendung neuer Isolierstoffe im Bahnbetrieb. 1053.
Herr, A., Die Verwendbarkeit sehr harter Röntgenstrahlen bei der Werkstoffdurchstrahlung. Brf. 1267.
Herzog, R., Berechnung des Streufeldes eines Kondensators, dessen Feld durch eine Blende begrenzt ist. 1308.
Heuland, S. E. Dichte Abschlüsse der Elektroden an elektr. Öfen. 899.
Hild, W., Erfahrungen mit neuzeitlichen Abteufmotoren. 1332.
Hillebrandt, W., Bericht der Fachgruppe Bau von Netzen auf der VDE-Tagung. 791.
Himmelreicher, W., s. Urban, W.
Himmler, C., Ein neuer stetiger elektr. Regler. 1103.
— E. H., s. Dennhardt, A.
Hobson, J. E., s. Sorensen, R. W.
Högel, L., Ein elektr. Durchlaufofen für Härtezwecke. 949.



Holmes, W., u. E. Grundy, Kleine selbstanlaufende Zeit-Synchronmotoren. 1073.
Holzer, W., Starkstrommessung mit dem Braunschen Rohr. 1074.
Höpcke, O., Fortschritte in der Anwendung des Lichtes im Signalwesen, Luft- und Seeverkehr. 793.
Hormann, E., Die Anwendungen piezoelektr. Kristalle in der Elektrotechnik. *1321. B. 1372.
Hoerner, K., Auswertung der „Leistung-Zeit"-Kurve von Erwärmungsversuchen. *1270.
Hort, W. (Rezens.), H. Müller, Führer durch die Technische Mechanik. 908.
Howell, J. W., Beleuchtung in der Textilindustrie. 1179.
Hruschka, A., Die selbsttätige Stollenpumpanlage des Spullerseewerks. 868.
Hübbenet, A. K. v., Schönheit der Arbeit durch gute Beleuchtung am Arbeitsplatz. *1165.
Huber, R., s. Gewecke, H.
Hueter, E., u. M. Nolte, Über die Messung effektiver Spannungswerte mit der Kugelfunkenstrecke. *1319.
— E., s. Buch, R.
Hunt, L. E., s. Burrows, C. R.
Hug, M., Die Schienentriebwagen vom Standpunkte der Betriebswirtschaft. Vortr. 1000.
Hummel, Geoelektr. Aufschließung unter Benutzung von Bohrlöchern. Vortr. 1210.

Jacobi, W., u. H. Kniepkamp, Die Zündkennliniensteuerung, eine neuartige Steuerung für Stromrichter. 1126.
Jacobs, H., Über ein Quecksilberkontakt-Thermometer mit veränderlicher Schalttemperatur. 1103.
Jacottet u. Weicker, Bericht des IEC-Ausschusses „Genormte Spannungen, Genormte Ströme, Hochspannungsisolatoren". 1163.
Jäger, Schutz der Fernsprechleitungen gegen Starkstrom auf der Tagung des CCIF, Budapest, September 1934. 844.
— E., Neue Rundlochklauen-Polbefestigung. 1020.
Jaekel, W., s. Häder, H.
Jaques, R., Eine streng richtige und allgemein gültige Erwärmungskurve. 1106.
Johann, H., Anordnung von Sammelschienen aus Aluminium für hohe Stromstärken. 791.
Johnson, J. B., u. F. B. Llewellyn, Grenzen der Verstärkung. 1231.
— J. T., u. J. W. Graff, Sofortiges Wiedereinschalten von 100 kV-Schaltern. 1329.
Josse, Bericht des IEC-Ausschusses „Dampfturbinen". 1161.
Juditzki s. Schenfer.
Jumau, L., Neuere französische Patente über elektr. Akkumulatoren. 1361.
Jung, Die Säntis-Kraftleitung. 968.
Jungmichl, Stromrichter (IEC-Bericht). 1401.

Kade, Klemmenbezeichnungen (IEC-Tagungsbericht). 1346.
Kaden, H., Betriebs- und Kopplungskapazitäten zwischen den Leitungssystemen eines Vierers. 1203.
Kafka, H., Die graphische Darstellung der Leitwert-, Strom- und Leistungsverhältnisse der T-Schaltung bei konstanter Eingangsspannung und beliebiger äußerer Belastung. 1101.
Kahle (Rezens.), K. Schroeter u. R. Poschenrieder, Der Ausübungszwang in der Patentgesetzgebung aller Länder. 852.
— (Rezens.), F. Walter, das Vorbenutzungsrecht im deutschen Patentrecht. 884.
— Das neue italienische Gesetz über den Patent-, Muster- und Markenschutz vom 13. 9. 1934. 1185.
— K. (Rezens.), W. u. E. Pinzger, Jahresbericht über Schrifttum und Rechtsprechung zum Gewerblichen Rechtsschutz, Urheber- und Wettbewerbsrecht. 1084.
Kalkner, B., C. Fröhner, Schaltvorgänge bei Stromrichtersteuerung von Nahtschweißmaschinen und Gittersteuereinrichtungen für Punkt- und Nahtschweißmaschinen. 1329.
Kalpers, Das Schmelzen von Aluminium im Induktionsofen. 920.
Kauders, W., s. Heller, F.
Kaufmann, W., Experimentelle Untersuchung über den Anstieg der wiederkehrenden Spannung bei Abschaltvorgängen. 790.
— W., Die Kurzschluß-Phasenverschiebung, ihre Bedeutung für den Abschaltvorgang und ihre Messung. *1091.
Keidel, L., s. Meyer, E.
Keinath, Meßtechnik vor 50 Jahren. 1028.
— G., Die Verwendbarkeit sehr harter Röntgenstrahlen bei der Werkstoffdurchstrahlung. Brf. 1266.
— G., Meßverfahren zur Überwachung der Hochspannungsprüfung elektr. Geräte. Vortr. 1390.
Keller, Synthetischer Guß aus dem elektr. Öfen. Vortr. 1331.
Kemp, H. G., Versuche mit elektr. Pflügen in Neuseeland. 1339.
Kesseldorfer, W., Kurzer Überblick über den Entwicklungsstand des Antriebes von Synchronuhren. *1271.
Kettner, K., u. G. Reinhardt, Schaltung und Steuerung der unmittelbaren Umrichter. *829. *861.
Kiesewetter, B., Spaniens Elektrizitätswirtschaft. *1282.
Kießling, G., Das magnetische Verhalten ferromagnetischer Stoffe bei Ausschaltvorgängen. 1076.
Kind, W., s. Goulde, R. U.
Kircher, W., Arbeit und Licht. *1173.
Kirchner, F., s. Neuert, H.
Kissel, F. T., Die Stromversorgung Neu-Seelands. 1184.
Kißkalt, W., Der 2. Bericht über die Arbeiten des Aktienrechts-Ausschusses der Akademie für das deutsche Recht. 975.
Klamt, J. (Rezens.), R. Langlois-Berthelot, Les Machines Asynchrones. 804.
Klement, W., Keramisches Installationsmaterial. 875.
Kloß, M., Der Drehstrom-Doppelfeldmotor für doppelsynchrone Drehzahl. *885.
— Bericht des IEC-Ausschusses „Elektr. Maschinen und Transformatoren". 1112.
Klostermann, F., Schaltanlagen für Großstadt - Elektrizitätswerke. Die Abspannwerke Oberspree und Rummelsburg, Berlin. *756.
Kluge, W. (Rezens.), T. J. Fielding, Photo-electric and selenium cells. 1084.
— W., u. W. Heimann, Die „durchsichtige" Photokathode und ihre Eignung für elektronenoptische Systeme und Fernübertragung. 1154.
Knecht, W., s. Gehrts, A.
Kneller, Chr., Der Synchronmotor als Antriebsmotor in industriellen Anlagen. 793.
Kniepkamp, H., s. Jacobi, W.
Knoll, M., s. Dosse, J.
Knoop, O. (Rezens.), K. W. Hennig, Einführung in die betriebswirtschaftliche Organisationslehre. 851.
— O. (Rezens.), Materialien für den Erlaß von Betriebsordnungen. 852.
Koch, H., Elektr. Erscheinungen bei Menschen und Tieren. Vortr. *1248. Bespr. 1263. Brf. 1424.
— H. W., u. O. Brötz, Veränderung der Resonanzkurve eines Saitengalvanometers durch Parallelkondensator. 1257.
— W., Zusammenschluß oder Trennung von Erdungen in Hochspannungsanlagen. 791.
Kohler, K., Anschlußnetze geringster Längen für ebene Punktgruppen. 977.
— K., Abfallinie und Altersverteilung. Ein Beitrag zur Theorie der Holzmaststatistik. *1029.
Kohlhörster, W., Untersuchungen über die kosmische Strahlung. 971.
Kopfermann, H., Über die Elementarteilchen. *1017.
Koeppen, Neuzeitliche dieselelektr. Fahrzeugantriebe. Vortr. 1368.
Kotowski s. Bürck.
Kovács, K. P., Stromvektordiagramm der Bremsschaltung von Siemens. 1126.
Kozisek, J., Über Selbsterregung und deren Verhütung bei Drehstrom-Reihenschlußmaschinen. Vortr. *1121.
Kraemer (Rezens.), F. Moeller, Die Dreielektrodenröhre und ihre Anwendungen. 980.
Krämer, A. (Rezens.), W. v. Dufais, Physikalisch-chemische Grundlagen des Nachrichtenwesens. 804.
Krause, W. A., Hochfrequenzmessungen bei 1 m Wellenlänge. 1257.
Krawinkel, G., Zur Frage des Fernsehens in natürlichen Farben. 866.
— G., Die 12. Große Deutsche Rundfunkausstellung. *1251.
Kroh, O., Menschenkundliche Grundlagen der Lichttechnik. Vortr. 1088.
Krohne, E., Bericht der Fachgruppe Schaltvorgänge auf der VDE-Tagung. 789.
Kromer, C. Th., Erfahrungen mit hochelektrifizierten Dörfern. Vortr. 1233.
Kroemer, H., Untersuchungen von Koronaentladungen mit der Nebelkammer. 1218.
Kröner, E., Der Ersatz von Zinn in Bleikabelmänteln durch geringe Mengen Tellur. 1051.
Kropp, H., Energieübertragung auf Fernleitungen. 1101.
Krüzner, H., Die Parallelschaltmöglichkeit von Stromwandlern. 766.



Kübler, E., Stromverdrängung bei Doppelstabläufermotoren. Brf. 980.
Küchler, R. (Rezens.), M. Vidmar, Der kupferarme Transformator. 1011.
— R., Der Schweißumspanner. *1149.
Kunstmann, E., s. Weicker, W.
Kunze, W., Neue Echoloteinrichtung. 898.
Kurtz, E. B., u. M. J. Larsen, Elektrostatische Tonfrequenzmaschine. 1410.
Kußmann, A., Stand der Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der ferromagnetischen Werkstoffe. 1209.
— A., s. Friedrich, E.
— A., s. Graf, L.
Kyser, H., Bericht der Fachgruppe Kraftwerke auf der VDE-Tagung. 789.
Lamboeuf, Ch., Gleichstrommaschine mit verzerrter Kennlinie. 1102.
Lange, H., s. Urban, W.
Langer, Verbrennungsmotoren (IEC-Bericht). 1399.
Languep, M. G., s. Brillié, M. J.
Lapham, G., s. Hall, L.
Laporte u. Vasilesco, Gerät zur Ausmessung hochfrequenter Magnetfelder. 1278.
Larsen, M. J., s. Kurtz, E. B.
Lebrecht, L., Zur Frage der Stromrichterbelastung von Hochspannungsnetzen. 791.
— L., Stromrichterbelastung der Hochspannungsnetze. Vortr. *957. *987. Bespr. 1003.
Lehmann, G., Gewitterstörungen in Hochspannungsleitungen und ihre Bekämpfung durch gründliche Erdung. Vortr. 1371.
— Th., Der Einfluß der Spulenbreite von Erregerspulen auf die Streuung in den Pollücken. 867.
Leichsenring, H. W., Elektrofahrzeuge und Städtereinigung. *939.
Leithäuser, G., Bericht der Fachgruppe Funktechnik auf der VDE-Tagung. 794.
Leitner, W., Die elektr. Einrichtungen des Schluchseewerkes. *1373. *1408.
— W., Wirkungsweise des Turbinenkugelschiebers in der Selbst- und Fernsteueranlage Häusern. 1419.
Lent, Zusammenarbeit zwischen öffentl. und industriellen Energiebetrieben. 904.
Leonhard, A., Über die Eigenschaften von Drehstrommotoren für 50 Hz bei Betrieb mit 20 bis 0 Hz. *1215.
Lesch, G., Bericht der Fachgruppe Antriebe und Lichttechnik auf der VDE-Tagung. 793.
Lettowsky, F., Hautwirkung in zylindrischen Leitern mit elliptischem Querschnitt. 1127.
Leukert, W., s. Baudisch, K.
Lichte s. Bürck.
Lichtenecker, K., Der elektr. Leitwiderstand einer beliebig überbrückten Leiterschleife. 970.
Lichtenfeld s. Breuer, M.
Lincoln, P. M., Ein verbessertes elektrothermisches Meßgerät. 947.
Linder, E. G., s. Wolff, J.
Lingenfelser, H., Gute Straßenbeleuchtung im Dienste der Verkehrssicherheit. *1167.
Linville, T. M., s. Umansky, L. A.
Lippitt, K. H., s. Gaudefroy, H.
Llewellyn, F. B., s. Johnson, J. B.
Lowl, H., Die elektr. Beleuchtung der Eisenbahnwagen in Österreich. 1127.
Lowry, L. R., s. Bruce, E.
Lübcke, E. (Rezens.), G. W. Stewart u. R. B. Lindsay, Akustik. Übers. v. G. Schmidt. 780.
Ludwig, L. R., s. Hellmund, R. E.
Lund, H., Die Geräuschanalyse des Kurzschlußmotors als Fehlerindikator. 792.
Lusignan, J. T., H. L. Rorden, P. Schnep u. M. Sollima, Neuere ausländische Hochspannungs-Versuchsfelder. 971.
Lüthi, W., Einphasen-Wechselstrom-Leichttriebwagen der Schweizerischen Bundesbahnen. 1332.
Lux, L., s. Dassetto, O.
Maecker, K., Das Verlegen elektr. Leitungen für verwickelte Werkzeugmaschinensteuerungen. 1075.
Mackinnon, L., Die techn. Entwicklung des allgem. Verkehrs im Laufe der letzten 10 Jahre. Vortr. 1000.
Mahnke, Das Eisenbahn-Sicherungswesen 1935. 1279.
Mangoldt, W. v., Der Ausbau von Niederspannungsnetzen unter dem Gesichtspunkt des gesteigerten Stromabsatzes. 791.
— W. v. (Rezens.), H. Waddicor, The principles of electric power transmission. 931.
March, L. A., u. S. B. Crary, Ständerstreureaktanz von Synchronmaschinen. 1102.
Marvin s. Whitehead.
Marx, Erw., Hochspannungs-Lichtbogenstromrichter mit strömendem Gas. 922.
Masing, G. (Rezens.), A. v. Zeerleder, Technologie des Aluminiums und seiner Leichtlegierungen. 1404.
— G. (Rezens.), W. Guertler, Metallographie. 1404.
Matanovic, D., Zur Frage der wirtschaftlichen Beleuchtung. 1180.
Matena, S., s. Heller, F.
Matthews, B., Die landwirtschaftliche Stromversorgung in England. 776.
Maul, J., Rundfunk-Netzgerät als Schadenmelder. 1101.
Max, Neuzeitliche dieselektr. Triebwagen. Vortr. 1369.
Mayer, H. F. u. E. Fischer, Breitbandkabel mit neuartiger Isolation. *1245.
Mayr, O., Ein neuer Leistungstrennschalter. *1189.
McEachron, K. B., und J. L. Thomason, Hochstrom-Stoßgenerator. 1027.
McMillan, F. O., Einige Besonderheiten der Wechselstromkorona an Leitungsseilen. 771.
— O., u. G. Barnett, Gerät zur Messung von Rundfunkstörungen. 1359.
Mc Whirter, E. M. S., Fernüberwachung von Kraftnetzen in England. 1385.
Mehlo, R., Die Verwendungsmöglichkeit von gittergesteuerten Gleichrichtern und Elektronenröhren in der Papierindustrie. *936.
Meiners, G., Die Einfachheit als Ziel der Entwicklung selbsttätiger Anlagen. 791.
Meißner, W., Der Stand der Forschung über die Supraleitung. *1061.
Melot, E., Lehren, die man in Frankreich aus der Organisation des englischen Landesverteilungsnetzes ziehen kann. 1338.
Menge, Eingliederung des Saargebietes in die deutsche Elektrizitätswirtschaft. Vortr. 1181.
Mestre, A., Die Elektrizitätswirtschaft und die neuen gesetzlichen Verordnungen in Frankreich. 1338.
Meßner, M., Über Störungen beim Betrieb des Kathodenstrahl-Oszillographen. 1330.
Meyer, C., Die elektr. Anlagen des turboelektr. Fahrgastschiffes „Potsdam". *809.
— E., u. L. Keidel, Röhrenvoltmeter mit logarithmischer Anzeige. 767.
— E., u. E. Thienhaus, Schallspektroskopie. 901.
Meyer, G. W. (Rezens.), J. Pokorný, Elektromotor v prumyslu. 1426.
— H. W., Vergleich der Betriebseigenschaften des Marx-Stromrichters mit denen anderer Stromrichter für Spannungen über 1000 V. 791.
— K., Dreiphasenschaltung für Lichtsignale. *1317.
— U., Fernsprechkabel. 1389.
— W., Die Elektrizitätswirtschaft im Lande Sachsen. *1031.
Miles, L. D., Stromerzeuger für 1 bis 100 kHz. 914.
Mirk, D. B., H. M. Samuelson u. W. Bond, Flugzeugfunkgeräte. 1105.
Mittag, A. H., s. Alexanderson, C. F. W.
Mittelstraß, K. A. (Rezens.), Mitteilungen aus dem Reichspostzentralamt. 1402.
Mitzlaff, G., Dieselelektr. Schiffsantrieb. *818.
Moebes (Rezens.), R. M. Barnard, Radio Receiver Measurement. 849.
Moeller, F., Erwärmung von Schiebewiderständen. *1143.
— F. (Rezens.), W. Kahler u. P. Schemmann, Aufgelöste Rechenbeispiele aus der Praxis des Elektroinstallateurs. 1268.
Monath, Bericht des IEC-Ausschusses für elektr. Bahnausrüstung. 1290.
Moench, F., Bericht der Fachgruppe Fernmeldetechnik auf der VDE-Tagung. 795.
Moser, H., Ein neuer Drehmomentmesser für oszillographische Registrierung. 1026.
Mühlbrett, K. (Rezens.), W. Möller, Ultrakurze Wellen. 780.
— K. (Rezens.), E. Nesper, Modernisiere deinen Rundfunkempfänger. 849.
— K. (Rezens.), P. E. Klein, Spulen und Schwingungskreise. 884.
— K. (Rezens.), B. Spielmann, Kurzwellen. 908.
— K. (Rezens.), K. Nentwig, Funk-Meßtechnik für Radio-Bastler und Techniker. 1035.
— K. (Rezens.), E. Nesper, Der VE 301 noch leistungsfähiger. 1060.
— K. (Rezens.), W. Schröter, Rundfunktechnik für alle. 1268.
— K. (Rezens.), J. Winkelmann, 20 neue Radio-Empfänger-Schaltungen. 1268.
Mumford, W. W., s. Englund, C. R.
Müller, Neuere Entwicklung der elektr. Zugförderung im Rahmen der deutschen Energiewirtschaft. Vortr. 904.
— Ew. (Rezens.), H. W. Droste, Das Neumeyer-Buch. 849.
— Har., Zur Einführung der Dezimalklassifikation. *749.
— Har., Die 37. Mitgliederversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Hamburg. *781.
— Har. (Rezens.), O. Thiel, Ringbuch-Rechenschieber. 1060.

Müller, Har., Zur Frage der Kugel-Meßfunkenstrecken. *1379.
— H., Stand der Gasstraßenbeleuchtung und ihr Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit der Gaswerke. 1088.
— J., Feldstärke und Oberflächenentladungen eines Dielelektrikums bei spitzer Elektrode. 1107.
— L., Die elektr. Vorgänge in den Stromkreisen der Lichtbogen - Schweißdynamo. 968.
— T., Erfahrungen über Verwendung von Aluminium in elektr. Anlagen. 839.
— T., Durchschlag eines bewehrten Kabels infolge von Erosion und Wassereintritt. 1255.
Müller-Hillebrand, D., Funkenentladungen zwischen Widerstandsplatten. 1333.
Musil, L., Techn. Stand und Aussichten der Energiespeicherung in der Elektrizitätsversorgung. *823.
— L., Johannes Ruths †. 883.

Naderer, G., Fahrbare Unterwerke für die Deutsche Reichsbahn. 1074.
Natalis†, Fr. (Rezens.), F. Sedlacek, Auer v. Welsbach. 907.
Nesper, E., Ein Lichtton-Wiedergabegerät. *996.
Nestel, W., Rückkopplungsaudion mit verringertem Klirrfaktor. *1021.
Nettel, F., Die Untergrundbahn in Tokyo. *1375.
Neuert, H., u. F. Kirchner, Neutronen, Positronen und Deutonen. 1280.
Neuhaus, H., u. R. Striegel, Der Verlauf von Wanderwellen in elektrischen Maschinen und deren Schutz beim Anschluß an Freileitungen. 1256.
Neumann, H., u. J. Gewecke, Antrieb von Motoren für Stückgut-Hafenkräne. 872.
— H., Das Koerzimeter nach dem Prinzip der Kraftlinienbrechung. 1204.
Newell, H. L., s. Gardner, G. F.
Nichols, L. C., Einfluß der Überlastungen auf die Lebensdauer von Transformatoren. 764.
Nidetzky, G., Ein Verfahren zur Beseitigung des Lichtflimmerns. 1177.
Nolte, H. J., J. E. Beggs u. T. A. Elder, Ganzmetallröhren für Rundfunk und Industrie. 1419.
— M., s. Hueter, E.
Nübling, Gedanken über die zukünftige Energiewirtschaft Deutschlands. Vortrag. 904.

Oehlerking, W., s. Urban, W.
Ohlmüller, F. (Rezens.), P. Danninger, Die Dampfturbinenregelung. 932.
Ohnesorge, W., Die Totalität des Nationalsozialismus in der Technik. Vortr. *783.
Orel, W., Die Einheitslokomotive Reihe 1170. 200 der Österreichischen Bundesbahnen. 1157.

Palm, A., Die Methoden zur Messung sehr hoher Spannungen und Kritik ihrer Anwendung. 796.
Papin, M. D., Ist 25periodiger Wechselstrom zur Beleuchtung geeignet? 944.
Pauer, W. (Rezens.), F. Habert, Wärmetechnische Tafeln. 1427.
Pawley, E. L. E., Vorausbestimmung der wahrscheinlichsten Pfeifpunkte in Pupinleitungen. 1127.
Perlick, P., Wie kann man Mittel- und Hochspannungsleitungen noch betriebssicherer und wirtschaftlicher bauen? Vortr. 1421.
Peters, W. (Rezens.), F. W. Behn, Der Kurzwellensender. 849.

Pfannenmüller, H., Zur Wirkungsweise nichtlinearerWiderstände(Sperrschicht-Gleichrichter) bei Meßgeräten mit mehreren Bereichen und gemeinsamer Skalenteilung. 1228.
Pfestorf, G., Die Prüfung von spannungsabhängigen Widerständen für Ableiter. 1204.
Pfister, W., s. Handel, P. v.
Pfitzer (Rezens.), A. L. Albert, Electrical Communication. 848.
— W., Die Modulationsbeeinflussung elektr. Wellen während der Ausbreitung. 795.
Piche, Selbsttätiges Wasserkraftwerk in Mähren. 763.
Pinter, F., Zur Theorie der Asynchronmaschine mit Reihenschluß-Drehfeld-Erregermaschine. 838.
Plass, O., s. Haase, C.
Plesse, H., Untersuchungen am elektr. Lichtbogen. 1076.
Plier, P. M., Glimmlampen-Schalterstellungzeiger. 1303.
Pohl, W., Zum Mechanismus der Lichtemission. 1089.
Pohle, W., s. Heinze, W.
Polkongborn, F. A., s. Schlaack, N. F.
Pölzguter, F., Über die Bauart und Anwendung des kernlosen Induktionsofens im Elektrostahlbetrieb. 1206.
Poole, R., Die Anwendung von Axiallüftern zur Kühlung elektr. Maschinen. 1300.
— R., Entwurf der Gehäuse großer elektrischer Maschinen. 1304.
Porter, C. L., u. F. E. Rowland, Neue Versuche über künstliche Belichtung zur Anregung des Pflanzenwachstums. 1418.
Powalla, C., Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft Polens. *1394.
Portevin, A., Metallurgische Fragen bei der Erzeugung von hochwertigem Gußeisen im elektr. Ofen. 1308.
Preist, T. P., Fahrzeuggesteuerte Straßenverkehrsregelung. 1358
Prince, D. C., 275 kV-Hochleistungsschalter für die Boulder-Damm-Leitung. 766.
Przygode, A. (Rezens.). „Hütte". Des Ingenieurs Taschenbuch. 1012.
— A. (Rezens.), „Hütte", Gesamtverzeichnis der Bände I bis IV. 1427.

Quick, H., Elektrokarren auf Flugfeldern. 1206.

Radonjitch, M., u. A. Thoma, Die Druckverhältnisse bei der dunklen Entladung (Korona). 1262.
Ramo, S., s. Sorensen R. W.
Raether, H., C. D. Bradley und L. Snoddy, Gasentladungen in der Nebelkammer. 1107.
Ratkowsky, F. v., Ein neuer Spannungs-Kleinregler. 1304.
Raettig, Bericht des IEC-Ausschusses „Bildzeichen". 1160.
Raske, W., s. Schering, H.
Rautenkrantz, G. (Rezens.), Nel Cinquantenario della Società Edison. 1425.
— J., Die neue Schnellzugstrecke Bologna—Florenz der italienischen Staatsbahn. *863.
Rayer, J. H., Elektr. geheizte Öfen in einer Härterei. *981.
Rebhan, J., Eine neue Stoßanlage für 3 Millionen Volt und 42 000 Wattsekunden. *1041.
Rebora, G., Betriebsfrequente Überschlagkurven verschiedenster Anordnungen. 972.

Reese, R., Konstanthaltung und Symmetrierung von Drehstrom-Drei- und Vierleiter-Spannungssystemen. Stromversorgung von Zählereichanlagen durch röhrengesteuerte Synchrongeneratoren. *1069. *1095.
Regar, G. B., Erfolg des Werbefeldzuges für gute Beleuchtung. 1088.
Reiche, W., Strom- und Spannungswandler höchster Genauigkeit. 796.
— W., Neuere Gesichtspunkte in der Hochspannungs-Prüftechnik. Vortr. 1341. Bespr. 1342.
Reinhardt, G., s. Kettner, K.
Reiske, K., Einfache Verteilungsschaltanlagen in Ringnetzen. 791.
Renner, O., Ein neuer Synchronschalter. *1153.
Renninger, M., Ein Vorschaltwiderstand für Hochspannungsmessungen. 1228.
Rennwagen, W., Beitrag zur Kostenverteilung eines Elektrizitätswerkes. *773.
Reppisch, H., Der Rundfunk-Entstörungsdienst der Deutschen Reichspost. 970.
Restle, E., u. O. Schneider, Zur Bekämpfung der durch elektr. Bahnen verursachten Rundfunkstörungen. 1259.
Riedel, K., Fernmeßanlagen in ausgedehnten Landesnetzen. 796.
Röchling, H., Aufgaben der deutschen Wirtschaft. Vortr. 1181.
Rödiger, W., Über die Entwicklung, die Wirtschaftlichkeit und die Vorzüge der Obbusbetriebe. 900.
Rogowski, W., u. W. Fucks, Die Zündung einer bestrahlten Funkenstrecke. 875.
Röhler, H., u. H. Enke, Verschiebeanlagen ohne Lokomotiven. 1260.
Roper, D. W., Anwendungen der Isolationsforschung bei der Kabelherstellung. 1385.
Rorden, H. L., s. Lusignan, J. T.
Rosseck, E., Kann beim Vorhandensein eines Gleichstrom-Dreileiter-Anschlusses der gleichzeitige Anschluß an eine Drehstrom-Vierleiter-Anlage Gefahr bringen? 899.
Rowland, F. E., s. Porter, C. L.
Runge, W., Die Grundlagen der Dezimeterwellen-Technik. 900.
Russ †, E. F., Der Induktionsofen ohne Badbewegung. 902.
Russell, Bau und neuzeitliche Umgestaltung von Mittelspannungs-Schaltanlagen. *1037. *1066.

Salter, E. H., G. B. Shanklin u. R. J. Wiseman, Widerstände von Dreileiterkabeln. 764.
Samuelson, H. M., s. Mirk, D. B.
Sauer, Th. (Rezens.), Elektro- und Maschinenindustrie der U. d. S. S. R. im Jahre 1934. 1036.
Savagnone, R., Der Wechselrichter mit magnetischer und Stromstoßsteuerung. 1277.
Schäfer, L., Signalanlagen für Streckenförderungen unter Tage. 1331.
— W., Beitrag zur Frage der Wirk- und Blindleistungsregelung in Ringnetzen. 790.
Schaffernicht, W., Über die Umwandlung von Lichtbildern. 1106.
Schalkau u. Vogel, Kabel (IEC-Bericht). 1399.
Schaer, Die Anforderungen an eine gute Arbeitsbeleuchtung. *1166.



Schenfer u. Juditzki, Stromwendung von Gleichstrommaschinen bei Stoßlast. 1415.
Schering, Isolierstoff-Forschung. 772.
— H., u. W. Raske, Ein kleiner Steilwellengenerator für 500 kV. *751.
— H., Bericht der Fachgruppe Messung auf der VDE-Tagung. 796.
Scherp, H., Spannungsbildung bei neuzeitlichen Gleichrichtertransformatoren besonders unter Berücksichtigung schwacher Netze. 792.
Schilling, W., Zur Regelung von Gleichstrommotoren über gittergesteuerte Gleichrichter. 1126.
— W., Die Berechnung des einphasigen Reihenwechselrichters bei ohmscher Belastung. 1156.
Schimank, H., Geschichte der Elektrisiermaschine bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts. 1360.
Schlaack, N. F., u. F. A. Polkongborn, Eine unbeaufsichtigte Ultra-Kurzwellen-Sprechverbindung. 1307.
Schmellenmaier, H., Die Strahlung der Resonanzlinien der Natriumentladung und die Schaffung einer absoluten Lichteinheit. 999.
Schmid, W. E., Röntgen-Feinstrukturuntersuchung der Nichteisenmetalle. 1001.
Schmidt, F. W. G. (Rezens.), B. Seeger, Der Lichtverbrauch Europas. 1035.
— H., Betriebserfahrungen mit den Umformern des Aluminiumwerks in Wolchow. 945.
— R., Meßinstrumente (IEC-Tagungsbericht). 1346.
Schmitt, O. H. s. Dasetto, O.
Schmitz, L., Neuerungen auf dem Gebiete der öllosen Schalter und ihrer Antriebe. Vortr. 1370.
Schmolz, A., Bericht der Fachgruppe Betrieb von Netzen auf der VDE Tagung. 789.
Schnaus, G., Zur Statistik des deutschen Hochspannungsnetzes. *1077.
Schneider, O., s. Restle, E.
Schnep, P., s. Lusignan, J. T.
Schnitger, H., Die Strom-Spannungs-Kennlinie der Spritzentladung. 1334.
Schob, A. (Rezens.), K. Brandenburger, Herstellung und Verarbeitung von Kunstharz-Preßmassen. 1403.
— A. (Rezens.), E. Damerow, Die praktische Werkstoffabnahme in der Metallindustrie. 1428.
Scholl, P., Ein neuer Handstaubsauger. 1359.
Scholz, J., Untersuchung des luftelektr. Potentialgefälles in der Arktis. 960.
— W., Die rundfunkmäßige Verbreitung von Tonbildsendungen auf ultrakurzen Wellen in Deutschland. 902.
Schön, L., Die Motoren der Kruppschen Höllentalbahn-Lokomotiven. 808.
Schreck, Bericht des IEC-Ausschusses „Sockel und Fassungen". 1162.
Schröder, W., Elektrokarren auf Flugfeldern. 1206.
Schumann, W. O. (Rezens.), A. Glaser u. K. Müller-Lübeck, Einführung in die Theorie der Stromrichter. 1401.
Schuisky, W., Synchrone Wirkung der Oberfelder bei Käfigankermotoren. 1102.
— W., Das Anlaufmoment des Einphasenmotors mit Hilfsphase. *1275.
Schüller, E., Magnetische Schallaufzeichnung. *1219.
Schult, H., Wirtschaftl. u. betriebl. Bedeutung von Spitzen-Dampfkraftwerken. 789.
Schulte, Bedeutung der Steinkohle für die Energieerzeugung Deutschlands. Vortr. 1210.
Schultheiß, L., Hundert Jahre deutsche Eisenbahnen. *805.
Schulze, E. (Rezens.), G. W. Stubbings, Automatic protection of a. c. circuits. 1036.
— H., Über das Verhalten von Hochspannungs-Phasenschieber-Kondensatoren großer Leistung in ausgedehnten Mittelspannungsnetzen. 790.
Schumacher, E. E., s. Ellis, W. C.
— E. W., Ein neues Verfahren zur Beseitigung von Hochfrequenzstörungen durch Fahrleitungen. 1279.
Schwaiger, M., Das Regeln von Transformatoren mit Langsam- und Schnellschaltern. 789.
Schwégler, R., s. Déjardin, G.
Seebauer, G., Zur Woche des Buches. 1202.
Seeger, B., Bedeutung und Entwicklung des elektr. Lichtverbrauchs in Europa. 1088.
Seeliger, R., u. K. Sommermeyer, Zur Theorie der Kathodenzerstäubung. 1106.
Seidl, F. (Rezens.), Die österreichische Kohle. 851.
Seitz, W., Schutz der Klemmschrauben eines Akkumulators. 899.
Selényi, P., Elektrographie, ein neues elektrostatisches Aufzeichnungsverfahren und seine Anwendungen. Vortr. *961.
Semenza, M., Die Elektrisierung der Strecke Piacenza—Bettola (Italien). 871.
Semmler, W., Eine neuartige Anwendung der Fernbedienung über ein als Blitzschutzseil ausgebildetes Kabel mit Streckenschutz unter Verwendung von Tonfrequenzen. 795.
Sequenz, H., Formeln zu einer einfachen Austeilung von Wechselstromwicklungen. *983.
— H., Beiträge zur Gleichung der Hystereseschleife. 1001.
Sewig, Durchführung von Rechenaufgaben auf elektr. Wege. 1002.
Shanklin, G. B., s. Salter, E. H.
Siemens, A., Hochspannungs-Eisenstromrichter mit Luftkühlung. 791.
Simmons, D. M., s. Carroll, J. S.
Sindram, Die Stromversorgung der Berliner Hoch- und Untergrundbahn. 1205.
Sirokşky u. N. Teibel, Temperaturmessung mit Trockengleichrichter. 1330.
Skellett, Die ionisierende Wirkung von Meteoren. ‚860.
Sloan, D. H., Hochspannungserzeuger für Hochfrequenz. 1076.
Snoddy, L., s. Raether, H.
Soelch, L., u. G. Henselmeyer, Fortschritte im Bau von Kurzschluß-Drosselspulen. 921.
Sollima, M., s. Lusignan, J. T.
Sommermeyer, K., s. Seeliger, R.
Sorensen, R. W., J. E. Hobson u. S. Ramo, Überschlagfreie Spannungsmessung mit der Kugelfunkenstrecke. 1055.
Sornein, A., Elektr. Fernsteuerungen für die Schiffsartillerie. 924.
— Drehfeld-Übertragungssystem mit Gleichstromerregung. 1389.
Soyck, W., Eigentümlichkeiten des dielektr. Verhaltens Rutil-haltiger Kondensatorbaustoffe. 794.
Sporkert, K. (Rezens.), L. Föppl u. H. Neuber, Festigkeitslehre mittels Spannungsoptik. 1427.
Sporn, P. u. I. W. Gross, Ausblasschutz-Funkenstrecken zum Schutz einer 132 kV-Leitung. 840.
Spring, E. W., s. Wyatt, K. S.
Stanek, J., Thermoumformer für Hochfrequenzstrommessungen. 1258.
Stark, A., Gleichzeitige Verwendung von Drehstrom-Aufzugsmotoren als Spartransformatoren für Steuerstromkreise. 1203.
Steiner, Glühkathoden-Quecksilberdampf-Gleichrichterröhren für hohe Leistungen. 898.
Steudel, H., Der Drehstrom-Doppelfeldmotor für doppelsynchrone Drehzahl. *909. B. 980.
Stieler, Anwendung der Elektroschweißung im Reichsbahnbetrieb u. Röntgenprüfung. Vortr. 1212.
Stier, F., Stabilität von Gleichstrom-Reihenschlußmotoren in Kreisschaltung. 792. B. 884.
Stone, E. W., Fernmeldeverbindungen für den Atlantikflug des italienischen Geschwaders. 873.
Strauch, H., Die elektrostatischen Maschinen. 1277.
Strecker, F., Nachrichtenfluß und Frequenzbandbreite. 796.
Strelow, Lichtbogenschweißung und Schweißerausbildung. Vortr. 1212.
Strigel, R., s. Neuhaus, H.
Stritzl, P. Frhr. v., Die Elektrizitätswirtschaft Großbritanniens in den Jahren 1933 und 1934. *973.
Stroebe, Konstruktive Fragen beim Schnellverkehr der Reichsbahn. Vortr. 904.
Strobl, K., Ein stroboskopischer Schlupfmesser für unmittelbare Ablesung. 1330.
Ströer, H. J. (Rezens.), H. Gronau, Untersuchung von Stopfbüchsen-Pakkungen und Manschettendichtungen für hohen hydraulischen Druck. 1427.
Strudthoff, H., Steuerung von Beschleunigungs-Antrieben in Walzwerken. 793.
Süberkrüb, Fahrleitungen für Höchstgeschwindigkeiten. 842.
— Nebelüberschlagsversuche an verschmutzten Isolatoren. Brf. 955.
Sudeck, G. (Rezens.), P. O. Pedersen, Radiation from a vertical antenna over flat perfectly conducting earth. 1402.
Suits, C. G., Stabilisierung von Lichtbogen durch Beschaffenheit der Elektrodenoberfläche. 1157.

Taschinger u. Förster, Der Einheits-Wechselstromtriebwagen der Deutschen Reichsbahn. 1307.
Teague, W. L., s. Bellaschi, P. L.
Teibel, N., s. Sirokşky.
Teichmüller, J. (Rezens.), H. H. Higbie, Lighting calculations. 1403.
Terman, Gleichrichtermeßinstrumente mit vielen Bereichen. 870.
Thal, W., Ferrometer. 869.
Thienhaus, E., s, Mexer, E.
Thierbach, B., s. Friedrich, A.

Thoma, A., Untersuchungen und Probleme der Ionosphäre. Nach J. G. J. Elias. Vortr. *1085. Bespr. 1109.
— A., s. Radonjitch, M.
— D. (Rezens.), O. Jüngling, Drosselklappen als Grundablaßverschlüsse. 1404.
Thomas, H. A., Über die Erregung des Antennensystems eines Richtungssenders. 1280.
Thomason, J. L., s. McEachron, K.B.
Thommen, H., Die Entwicklung eines Druckluftschnellschalters. 1416.
Thürwächter, K., Das 60 (100)/50/30 kV-Umspannwerk Breitungen. *1013.
Timascheff, A. v. (Rezens.), P. Werners, Energieübertragung und -umwandlung mit Wechselstrom. 1347.
Töfflinger, K., Durch Einphasen-Gleichrichter gespeiste Gleichstrom-Bahnmotoren. 793.
— K., Bremsproben für Straßenbahnmotoren. *1326.
Tonnemacher, K., Kabel mit Aluminiumleitern unter besonderer Berücksichtigung der Kontaktverbindungen in Muffen und Endverschlüssen. 791.
Tröger, R., Bericht der Fachgruppe Stromrichter auf der VDE-Tagung. 791.
Trombe, F., s. Urbain, G.
Tüxen, E., Störungsfreier Parallelbetrieb von Kraftwerken durch Verwendung eines neuen, frequenzsteifen Generators asynchroner Bauart. *753.

Ulemann, B., Selbsttragende Luftkabel. 1303.
Umansky, L. A. u. T. M. Linville, Über das Drehzahlverhalten von Gleichstrom-Walzmotoren. 945.
Unger, F., Bericht der Fachgruppe Maschinen auf der VDE-Tagung. 792. B. 884.
Urbain, G., P. Weiß u. F. Trombe, Ferromagnetische Eigenschaften des Gadoliniums. 1390.
Urban, W., H. Lange, W. Himmelreicher, F. Conrad, W. Oehlerking, Näherungsrechnung zur Bestimmung der Mindestgrößen von Entstörungskondensatoren für Gleichstrommaschinen. Brf. 1421, 1422, 1423.
Usbeck, W., Bericht der Fachgruppe Elektr. Bahnen auf der VDE-Tagung. 792.

Vasilesco s. Laporte.
Vesilek, A., Messung der Isolationsfestigkeiten elektr. Kochplatten. 1026.
Vieweg, R. (Rezens.), Vorschriftenbuch des Verbandes deutscher Elektrotechniker. 1084.
— R. (Rezens.), J. B. Whitehead, Impregnated Paper Insulation. 1425.
Voege, W. (Rezens.), R. Sewig, Objektive Photometrie. 931.
Vogel, W., s. Buss, K.
— s. Schalkau.
Volianik, N., Die Erzeugung von Ferrochrom im elektr. Ofen. 845.
Vollmeyer, A., Studien über Trägerstromtelephonie oberhalb und unterhalb 80 kHz. 796.
Vuylsteke, A., Ein neues Resonanz-Galvanometer. 1052.

Waclawik, A., Der Abschmelzvorgang im Gleichstrom-Schweißlichtbogen. 832.
Wadlow, E. C., Einphasen-Induktionsmotoren für Schallplattenantriebe. 1254.
Wahl, Entwicklung des Kohlenstaubmotors. Vortr. 1210.
Wald, E., Vorausbestimmung von Rauhreifgebieten nach der geobotanischen Karte. 764.
Wall, T. F., Freie und erzwungene Schwingungen eines Drehstromgenerators. 765.
Wallot, Bericht des IEC-Ausschusses „Benennungen". 1111.
— J., Berechnung der Steuerspannung bei einer Eingitterröhre. 1330.
Walter, Über Schutzleiter für Schutzschaltung. Brf. 979.
— F. (Rezens.), E. Herrmann u. E. Zurbrügg, Die Bearbeitung des Aluminiums. 780.
Warrelmann, G., Neue Wege der Energieversorgung? 1182.
Warren, A. C., Rundfunkentstörung in England. 873.
Webb, C. E., u. L. H. Ford, Wechselstrom-Permeabilität und Brückenverfahren bei magn. Messungen. 1417.
Wedmore, E. B., Die Erwärmung von Kabeln durch Sonnenbestrahlung. 840.
Wegener, W., Die Elektrotechnik auf der Fachausstellung für Städtereinigung in Frankfurt a. M. *1044.
Weicker, W., E. Kunstmann und W. Demuth, Eigenschaftstafel keramischer Werkstoffe. *915.
— W., Keramische Isolierstoffe bei hohen Temperaturen. *937.
— s. Jacottet.
Weigel, R. G., Untersuchungen über die Sehfähigkeit im Natrium- und Quecksilberlicht, insbesondere bei der Straßenbeleuchtung. 1088.
Weiß, P., s. Urbain, G.
— R., Kurzschlußversuche im 3 kV-Kabelnetz des Städt. Elektrizitätswerkes Erfurt. 997.
Wenzel, E., Elastische Netzkupplung durch Frequenzumformer für die Bahnstromversorgung. 793.
Whitehead u. Marvin, Verhalten von Isolierölen bei Gleichspannung. 1072.
Wiese, A. (Rezens.), H. Voigt, Mitteilungen des Wärmetechnischen Instituts der Techn. Hochschule Darmstadt. 1316.
— A. (Rezens.), D. J. Bolton, Ph. C. Honey u. N. S. Richardson, Electrical Water Heating. 1372.
Wiesthaler, Bericht des IEC-Ausschusses „Aluminium". 1163.
Wilbert, H., Die Belastung des Netzes durch elektr. Schweißeinrichtungen. *1411.
Willis s. Grünewald, H.
Windred, G., Elektr. Kontakte. 1226.
Winkelsträter, H., Moderner Aufbau großer Wasserkraftgeneratoren. 792.
Winkler, Der elektr. Speicher im Verkehrs- und Transportwesen. Vortr. 905.
— G. H. (Rezens.), R. Becker. M. Abraham, Theorie der Elektrizität. 956.
— G. H. (Rezens.), O. Basler, Der Große Duden. 1348
— G. H. (Rezens.), O. Basler u. E. Geißler, Stilwörterbuch der deutschen Sprache. 1348.
Winnig, K., Der übliche Fäulnisschutz bei Tannen- und Fichtenmasten und das neue Osmoseverfahren. *857.
Wiseman, R. J., s. Salter, E. H.
Witt, A. (Rezens.), E. Preger, Spangebende Formung der Metalle in Maschinenfabriken durch Werkzeuge und Werkzeugmaschinen. 1060.
Witte, H., Erfahrungen mit Elektrokarren. 1105.
Wolff, J., E. G. Linder u. R. A. Bradon, Sendung und Empfang von Zentimeterwellen. 872.
— M., Neue Doppelwendel-Glühlampen für Allgemeinbeleuchtung. *1151.
— M., Neue Wege in der Herstellung von Glühlampen hoher Leistung. *1273.
Wolman, W., Fortschritte der Hochfrequenz-Nachrichtenübermittlung in Starkstromnetzen. 796.
— W., Hochfrequenztelephonie über Starkstromleitungen. 1027.
Woodbridge, J. L., Ladung von Akkumulatorenbatterien. 947.
Wrana, J., Schweißung von Drähten aus Chromnickel und hochhitzebeständigen Legierungen mittels Kondensatorentladung. *991.
Wundram, Schweißtagung. 1212.
Wyatt, K. S., u. E. W. Spring, Ein Kriterium für die Güte der Kabelisolation. 1125.

Zalessky, A. M., Über den Wärmedurchschlag der Bakelitisolatoren. 771.
Zambetti, Th., Zentrale Steuerung der Straßenbeleuchtung. 1179.
Zdralek, O. (Rezens.), K. Meller, Taschenbuch für die Lichtbogenschweißung. 1372.
Zinzen, A. (Rezens.), H. Netz, Wärmewirtschaft. 1036.
— A. (Rezens.), E. A. Kraft, Die Dampfturbine im Betriebe. 1348.
— A. (Rezens.), F. Münzinger, Die Aussichten von Zwanglaufkesseln. 1426.
Zipfel, F., Die elektr. Anlagen des Ostasiendampfers „Scharnhorst". *815.
Zwehl, v., s. Geier.
Zwilling, H., Transformatorenreserve ohne Leerlaufverluste. 1101.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang **Berlin, 4. Juli 1935** **Heft 27**

Zur Einführung der Dezimalklassifikation.

Von **Harald Müller**, Berlin.

025. 45

Übersicht. Zur Erleichterung des Einordnens der in der ETZ veröffentlichten Aufsätze und Berichte wird mit Beginn des zweiten Halbjahres 1935 jeder Veröffentlichung eine DK-Zahl beigegeben. Für die Klassifikation ist die vom Internationalen Bibliographischen Institut herausgegebene zweite Fassung maßgebend.

In der ETZ ist schon verschiedentlich über die Dezimalklassifikation (DK) berichtet worden[1]. Jedoch ist ihre Einführung bislang nicht erfolgt, weil die Erfahrungen, die man mit der Stoffeinteilung nach dem Dezimalsystem gemacht hatte, noch nicht genügend geklärt waren. 1927 finden wir jedoch schon in den Veröffentlichungen des VDE Ansätze zur Einführung der Klassifikation[2], und heute kann man wohl mit großer Sicherheit sagen, daß der Einführung des Dezimalsystems nichts im Wege steht.

Ordnen des Schrifttums.

Die Einwände, die gegen das Dezimalsystem erhoben werden, gipfeln vor allem darin, daß es sich um eine rein schematische Einteilung handele, die dem lebendigen Stoff auf keinen Fall gerecht werden könne und sehr bald erweisen werde, daß sie der Entwicklung nicht folgen könne. Diese Meinung hat, auf den ersten Blick gesehen, zweifellos eine scheinbare Berechtigung; wenn man aber nach einem System sucht, das allen Wünschen gerecht werden soll, so würde man wohl vergeblich Umschau halten. Man muß also Zugeständnisse in der einen oder anderen Beziehung machen.

Betrachtet man die Dezimalklassifikation ihrer ursprünglichen Aufgabe entsprechend rein als Ordnungssystem und versucht nicht, den Gedanken der organischen Ordnung in den Vordergrund zu schieben, so wird man unter allen bestehenden Ordnungssystemen der Dezimalklassifikation den Vorzug geben müssen. Dabei kommt außerdem die organische Ordnung zu ihrem Recht, wenn man sich nur immer wieder vor Augen hält, daß die Anzahl der Stellen kein Maß für die Bedeutung des Stoffes ist, sondern nur die Gruppe bezeichnet, zu der der betreffende Stoff gehört, und daß man sogar aus der Zahl der Stellen unter Umständen einen Schluß auf die Entwicklung irgendeines Gebietes ziehen kann. Das Gebiet der Elektrotechnik ist, entsprechend dem Wunsche des VDE[3], in der Dezimalklassifikation weitgehend ausgebaut, so daß man in den meisten Fällen selbst für ganz abgelegen scheinende Gebiete eine bequeme Einreihungsmöglichkeit finden wird.

Da anzunehmen ist, daß die Leser der ETZ sich schon mit dem DK-System befaßt haben, können wir uns darauf beschränken, das Wesentliche nochmals zusammenzustellen. Außerdem liegen sowohl die Deutsche Kurzausgabe der Dezimalklassifikation als auch die vollständige Deutsche Ausgabe des Abschnittes Elektrotechnik vor[4], so daß man sich an Hand dieser beiden Veröffentlichungen bequem ein Bild machen kann.

Wie der Name besagt, ist das DK-System auf dem Grundsatz der Zehnerteilung aufgebaut. Man hat also jeweils bis zu 10 Stellen zur Verfügung. Jede solche Stelle kann wiederum bis zu 10 Unterteilungen erhalten, hierin wiederum jede Zahl bis zu 10 Unterzahlen usw. Dabei drückt die Stellenzahl keinerlei Wertigkeit aus. Eine zweistellige Zahl kann der Bedeutung des Stoffes nach einer vielstelligen Zahl gleichzuachten sein. So bedeutet „72“ Baukunst, „621.396“ Funktechnik. In der heutigen Zeit wird jedermann davon überzeugt sein, daß dem Rundfunk die gleiche kulturelle Bedeutung zukommt wie der Baukunst. Nur ist diese schon sehr alt, während die Funktechnik erst seit wenigen Jahren ihren Aufschwung genommen hat.

Unter den nur durch eine Stelle gekennzeichneten Hauptabteilungen haben für die ETZ die folgenden vorwiegend Bedeutung:

3 Sozialwissenschaften, Recht;
5 Mathematik, Naturwissenschaften;
6 Angewandte Wissenschaften, Medizin, Technik.

Von diesen Gruppen sollen die Unterabschnitte aufgeführt werden, die dem Inhaltsverzeichnis der ETZ zugrundegelegt werden bzw. schon praktisch zugrundeliegen.

51 Mathematik.
53 Physik mit
531 Mechanik.
534 Schwingungslehre, Wellenlehre, Akustik.
535 Optik.
536 Wärmelehre, Thermik und Kalorik.
537 Elektrizität.
538 Magnetismus, Elektromagnetismus.
539 Molekularphysik, Atomphysik.
62 Ingenieurwesen mit
620.1 Werkstoffkunde, Eigenschaften und Prüfung der Werkstoffe.
.4 Kraftzentralen (Gesamtdarstellungen).
.9 Allgemeine Energiewirtschaft.
621.1 Erzeugung, Verteilung und Nutzbarmachung der Dampfenergie, Dampfmaschinen, Dampfkessel.
.2 Nutzbarmachung der hydraulischen Energie, hydraulische Maschinen.
621.3 Elektrotechnik.
.4 Wärmekraftmaschinen außer Dampfmaschinen.
.5 Pneumatische Kraftmaschinen (Windmotoren), Kältetechnik.
.7 Werkstätten, Bearbeitungsverfahren.
.8 Hebezeuge, Fördermittel.
.9 Werkzeuge, Werkzeugmaschinen, Bearbeitungsverfahren.
622 Bergbau.
629.1 Technik der Verkehrsmittel.
656 Verkehrswesen.

Unter diesen Abschnitten ist naturgemäß der Abschnitt

621.3 Elektrotechnik

für die ETZ besonders wichtig und wird deshalb noch

[1] ETZ 40 (1919) S. 529; 41 (1920) S. 516; 45 (1924) S. 1093, 1124.
[2] ETZ 48 (1927) S. 409, 515.
[3] Vgl. die Vorbemerkung zur „Dezimalklassifikation, Deutsche Ausgabe, 621. 3 / Elektrotechnik“, Berlin: Beuthverlag 1931.
[4] Dezimalklassifikation, Deutsche Ausgabe, Berlin: Beuthverlag 1932.



weiter gegliedert. Vorgesehen sind für die ETZ die Unterabschnitte

621.31 Allgemeine Elektrotechnik mit
621.311 Elektrizitätswerke.
.313 Elektrische Maschinen.
.314 Umformung der elektrischen Energie, Transformatoren, Einankerumformer, Gleichrichter.
.315 Übertragung der elektrischen Energie, Leiter und Isolatoren.
.316 Verteilung und Regelung der elektrischen Energie, Schaltung, Unterbrecher, Schalter, Schutzeinrichtungen.
.317 Meßtechnik, Meßgeräte, Tarifierung.
.318 Technische Anwendungen des Magnetismus und von Magneten, Spulen, Relais.
.319 Technische Anwendung der Elektrostatik.
621.32 Elektrische Lichttechnik.
.33 Elektrische Zugförderung.
.34 Elektromotorische Antriebe außer der Zugförderung.
.35 Elektrochemische Technik (Batterien, Elektrolyse, Elektrokapillarität).
.36 Elektrowärme und Thermoelektrizität.
.38 Photoelektrotechnik, Entladungsröhren, Röntgentechnik, elektrobiologische und elektromedizinische Apparate.
.39 Elektrische Nachrichtentechnik.

Von den vorgenannten Abschnitten ist wiederum bei zweien eine weitere Unterteilung vorgesehen, weil diese Gebiete bereits jetzt ziemlich viel Sondergebiete bemerkenswerten Umfangs aufweisen. So wurde für das Gebiet 621.314 die folgende Unterteilung für das Gesamtinhaltsverzeichnis vorgesehen:

621.314.1 Gleichstromumformer.
.2 Wechselstromumformer, Transformatoren.
.5 Umformung von Wechselstrom in Gleichstrom und umgekehrt, Umformer.
.6 Umformung von Wechselstrom in pulsierenden Strom, Gleichrichtung, Gleichrichter.

Ein weiteres Gebiet, das unbedingt einer feineren Einteilung für den vorgenannten Zweck bedarf, ist 621.39, elektrische Nachrichtentechnik. Die vorgesehene Unterteilung ist:

621.391 Elektrische Nachrichtentechnik, Allgemeines.
.394 Telegraphie.
395 Fernsprechtechnik.
.396 Funktechnik.
.397 Bildübertragung, Fernsehen.
.398 Fernmeldetechnik.

Legt man sich nun eine Schrifttumskartei an, so kann man an Hand der hier angegebenen Unterteilung eine für alle Fachrichtungen der Elektrotechnik brauchbare Grundlage schaffen. Stellt sich im Lauf der Zeit heraus, daß eine weitergehende Unterteilung der einen oder anderen Gruppe erwünscht ist, so braucht man nur den betreffenden Abschnitt an Hand der oben erwähnten Veröffentlichungen weiter aufzuteilen.

Die Hauptgefahr bei Anwendung des DK-Systems liegt für den Anfang darin, zu weit unterteilen zu wollen. Dies ist aber vollkommen unnötig, weil ja die Zehnerteilung in sich schon wieder eine systematische Stoffeinteilung sicherstellt.

Schließlich werden in manchen Arbeiten mehrere voneinander abhängige Gebiete behandelt. Auch hier gibt das DK-System die Möglichkeit, von vornherein den Aufsatz durch mit Doppelpunkt verbundene Zahlen als solchen zu kennzeichnen. Schon diese Äußerlichkeit der Angabe zweier DK-Zahlen bewahrt davor, bei der Stoffaufteilung ein Gebiet zu übersehen, in das der Aufsatz einzuordnen wäre. Ein weiteres Hilfsmittel ist die Nebeneinanderstellung zweier Gebiete, wie sie bei Arbeiten oft vorkommt. Z. B. wird man einen Aufsatz, der Dampf- und Wasserkraftwerke nebeneinander behandelt, beide DK-Zahlen geben, also schreiben: 621.311.22 + 621.311.21.

Ist bisher das DK-System vorwiegend vom Standpunkt des Ordnens des Stoffes betrachtet worden, so gibt das System eine weitere Hilfe durch sogenannte Anhängezahlen, die auf den ersten Blick erkennen lassen sollen, in welcher Richtung der betreffende Aufsatz vorwiegend liegt. Die Anhängezahl kennzeichnet also einen Standpunkt. In dem eingangs erwähnten Schrifttum sind die allgemeinen und besonderen Anhängezahlen aufgeführt, so daß sich ein Eingehen erübrigt.

Einbürgerung neuer Begriffe und Namen.

Die Technik ist mit dem internationalen Güteraustausch auf das engste verknüpft. Es ist also unbedingt erforderlich, daß die technische Sprache des einen Landes von den Ingenieuren des anderen Landes verstanden wird. Die technischen Begriffe müssen also international festliegen und verständlich sein. Für die Technik wird sich der Weg kaum beschreiten lassen, den man in anderen Wissenschaften gegangen ist, sich nämlich einer toten Sprache zu bedienen. Eine solche Sprache wird meistens nur von einer kleinen Schicht jedes Volkes verstanden. Die ausführende Technik aber zählt zu ihren Mitarbeitern nicht nur den Wissenschaftler, sondern auch den Werkmann, und auch ihm muß der Ausdruck etwas sagen können. Daraus ergibt sich von selbst, daß die technische Sprache volksverbunden sein muß, also das volksfremde und meist häßliche Fremdwort meiden muß und kann. Somit ergeben sich zwei Aufgaben für das DK-System. Einmal muß es für einen Begriff eine einheitliche Darstellung geben, die den Ingenieuren aller Zungen verständlich ist. Daß es dies tun kann, zeigt sich an einem der oben schon erwähnten deutschen Kurzausgabe entnommenen Beispiel: Alle die Wörter: Staubsauger, dammsugaren, vacuum cleaner, aspirador de polvo, aspirateur werden eindeutig durch die Zahl

648.525

wiedergegeben. Bei Aufsätzen in weniger geläufigen Fremdsprachen ist es oft unmöglich, etwa aus der Überschrift eines Aufsatzes das Gebiet zu erkennen, das in der Arbeit behandelt wird, zumal wenn Bilder fehlen, die etwas aus dem Inhalt verraten könnten. Stände jedoch die DK-Zahl daneben, so würde man sich an Hand der Dezimalklassifikation selbst über den Inhalt des Aufsatzes ein Bild machen können. Hat ein Aufsatz für ihn Bedeutung, so kann er sich durch Bestellung einer Übersetzung dann noch genauer unterrichten. Die DK-Zahl dient damit auch der technischen Verbindung der Völker und der Exportförderung.

Die außerordentlich rasch fortschreitende Technik verlangt die Schaffung neuer Begriffe beziehentlich die Ausprägung vorhandener Wörter in einem neuen Sinn. So hat der Begriff „Umspannwerk" einen festen Inhalt erhalten, und man kann wohl sagen, daß der ursprüngliche Begriff Transformatorenstation nicht nur als Fremdwort, sondern auch deswegen verschwunden ist, weil er gar nicht das sagen konnte, was wir heute unter Umspannwerk verstehen. Andererseits ist es unbedingt erwünscht, daß ein Begriff, der im Werden ist, durch irgendeinen feststehenden anderen Begriff verankert wird, der allen Ingenieuren, gleichviel welcher Zunge, verständlich ist. Die gleichzeitige Angabe der DK-Zahl bei der Einführung neuer Begriffe verhindert, daß unsere sich fortbildende deutsche technische Sprache dem Ingenieur anderer Länder unverständlich wird, gestattet also die Freihaltung der deutschen Sprache von Fremdwörtern, ohne die Wirtschaft zu schädigen. So erfüllt die Einführung der Dezimalklassifikation eine wichtige Aufgabe in kultureller Beziehung, indem sie Fremdwörter ohne Gefährdung der Verständlichkeit durch reinsprachige Wörter zu ersetzen gestattet und diese Wörter, wenn ihnen ein neuer technischer Inhalt gegeben wird, untermauert. Sie hilft also mit bei der Festlegung neuer Fachbegriffe.

Zusammenfassung.

Die Einführung der Dezimalklassifikation geschieht, um das Ordnen des Schrifttums zu erleichtern und um die lebendige technische Sprache auch Ingenieuren nichtdeutscher Zunge verständlich zu erhalten.



Ein kleiner Steilwellengenerator für 500 kV.

(Mitteilung aus dem Hochspannungslaboratorium der T. H. Hannover.)

Von Harald Schering und Wilhelm Raske, Hannover.

621. 313. 12. 015. 33

Übersicht. Es wird gezeigt, wie man einen leistungsfähigen Stoßspannungserzeuger von kleinen Abmessungen bauen kann, der Wellen ungewöhnlich steiler Stirn liefert und die Spannungsvervielfachung nach Marx gut ausnutzt.

Im Rahmen der im hiesigen Hochspannungslaboratorium unternommenen Untersuchungen über den Durchschlag reiner Isolierstoffe war auch die Einbeziehung von Stoßbeanspruchung erwünscht. Es war unser Ziel, den Stoßspannungserzeuger für möglichst steile Wellen zu bauen. Abflachen kann man die Stirn leicht durch Zufügen in Reihe geschalteter Induktivitäten oder Widerstände oder durch dem Prüfling parallelgeschalteter Kapazitäten. Ferner zwang uns der zur Verfügung stehende niedrige und schmale Kellerraum zu einer möglichst gedrängten Bauweise.

Die Form der Wellenstirn eines Stoßerzeugers wird vorgeschrieben durch den Funkenwiderstand und durch die Induktivität. In der Rechnung wird die Induktivität meist vernachlässigt, da ihre Berücksichtigung bisher die mathematische Lösung der Differentialgleichung des Stoßkreises unmöglich macht. Weil die Induktivität abflachend wirkt, bestrebten wir uns, sie so klein wie möglich zu machen. Eine zweite Möglichkeit, steile Wellenstirnen zu erhalten, gibt die Preßgasfunkenstrecke. Nach Max. Toepler[1]) ist der Widerstand des Funkens R in einem Stoßkreise zur Zeit t nach dem Einsatz gegeben durch

$$R_t = \frac{k\,s}{\int\limits_0^t i\,dt},$$

darin ist

s die Schlagweite in cm,
k die Funkenkonstante, etwa 10^{-4} Vs/cm,
i der durch den Funken fließende Strom.

Aus diesem Toeplerschen Funkengesetz folgt nach Krutsch[2]) für einen einfachen symmetrischen Stoßkreis als größte Steilheit des Spannungsanstieges

$$\left(\frac{du}{dt}\right)_{max} = \frac{4}{27}\,\frac{U_z^2}{k\,s},$$

darin ist U_z die Zündspannung der Funkenstrecke.

Toepler[3]) weist bereits auf die Preßgasfunkenstrecke hin; er stellt fest, daß die Funkenkonstante sich, wenigstens zwischen ein und zwei Atmosphären, als fast unabhängig vom Luftdrucke erwies. Weiter erwähnt er, daß die Zündfunkenlänge bei n-fachem Drucke sich auf den n-ten Teil verkleinert, die Neigung der Spannungsänderung im Funken und der Wanderwelle sich auf das n-fache erhöht.

Von der Möglichkeit, durch Zündung der Wanderwellen im Preßgas hohe Steilheiten zu erzielen, scheint jedoch bisher in der Technik kein Gebrauch gemacht zu sein. Brasch und Lange[4]) teilten den Plan eines Stoßspannungserzeugers für Atomzertrümmerungsversuche mit, bei dem die Zündspannung der Funkenstrecke statt durch Verstellung der Schlagweite in bequemer Weise durch Regeln des Luftdruckes bewirkt werden soll. Allibone, Edwards und Mc. Kenzie[5]) haben diese Regelung durch Ändern des Luftdruckes bei einem Marx-Generator für 3 MV durchgeführt. Aus den veröffentlichten Kathodenoszillogrammen geht hervor, daß die Welle dieses Stoßerzeugers von 1 MV Spannungshöhe bei 3 at Luftdruck eine gesamte Stirndauer von etwa ½ µs hat.

[1]) Max. Toepler, Ann. Physik 19 (1906) S. 219; s. a. Arch. Elektrotechn. 18 (1927) S. 549.
[2]) Krutsch, ETZ 49 (1928) S. 607.
[3]) ETZ 45 (1924) S. 1041.
[4]) Brasch u. Lange, Z. Physik 70 (1931) S. 35; s. a. österreichisches Patent.
[5]) Allibone, Edwards u. Mc. Kenzie, Nature, Lond. 131 (1933) S. 129.

Orientierende Vorversuche von Eylers[6]) im hiesigen Institut mit Funkenstrecken im Preßgas bis zu 15 at in symmetrischen Stoßkreisen zeigten, daß bei festgehaltener Zündspannung die Steilheit zunächst proportional mit dem Druck ansteigt, dann aber sich einem Grenzwert nähert. Der Grenzwert lag um so niedriger, je größer die Induktivität des Stoßkreises war. Es gelang dann Beindorf[7]) theoretisch nachzuweisen, daß die Induktivität eine solche Wirkung haben muß. Es war also die Kleinheit der Induktivität des Stoßerzeugers von wesentlicher Bedeutung.

Der Aufbau.

Der Stoßerzeuger in der Marxschen Vervielfachungsschaltung erzeugt die Gesamtspannung von 500 kV in fünf Stufen, wie Abb. 1 zeigt. In jeder Stufe sind zwei Plattenkondensatoren von je 0,033 µF hintereinander geschaltet, so daß die gesamte Stoßkapazität 3,3 nF beträgt.

Die Plattenkondensatoren von 108 cm Länge und 75 cm Breite bestehen aus mehreren parallelgeschalteten Aluminiumfolien, die in Hartpapier eingebettet sind. Zwei über die ganze Breite reichende Messingschienen, eine an jedem Ende der Platte, bilden die Anschlüsse (Abb. 2). Für Stoßkondensatoren werden zweckmäßig die Belege auf ihrer ganzen Breite mit den Messingschienen verbunden. Da die scharfen Kanten der Schienen Büschelentladungen bei der hohen Spannung ergeben würden, ist über jede Schiene ein aufgeschnittenes Messingrohr von 38 mm Dmr. geschoben und über die ganze Plattenbreite mit ihr verlötet. In die Enden der Messingrohre sind halbkugelige Messingpfropfen eingesetzt. Die zwei Kondensatoren einer Stufe sind, wie Abb. 2 zeigt, durch einen über die ganze Breite angelöteten Blechstreifen miteinander verbunden.

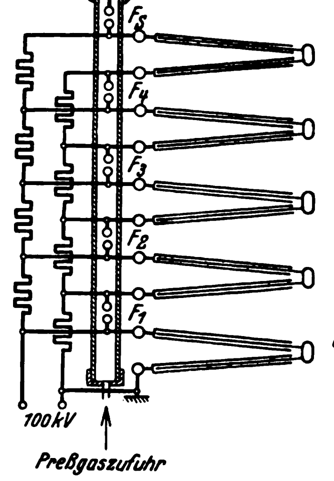




Abb. 1. Aufbau des Stoßspannungserzeugers.

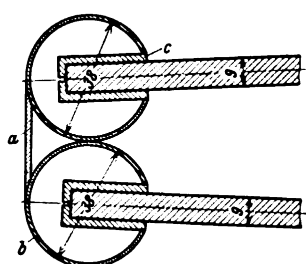


Abb. 2. Schnitt durch die Verbindung der beiden Kondensatoren einer Stufe.

Gehalten werden die Plattenkondensatoren in der Zickzackanordnung durch ein Gestell aus trockenem Holz (Abb. 3), in dessen Oberfläche Paraffin mit einem elektrischen Plätteisen eingebügelt wurde.

Zwischen Anfangsrohr und Endrohr einer Stufe liegt eine Gleichspannung von 100 kV. Ebenso herrscht bei der Aufladung der fünf Stufen, die durch die Ladewiderstände parallelgeschaltet sind, zwischen dem Endrohr und dem Anfangsrohr der nächsten Stufe eine Gleichspannung von 100 kV. Zur Erzielung einer niedrigen Bauhöhe mußte der Abstand der Anschlußrohre möglichst klein gehalten werden. Der Mittenabstand der Messingrohre von 38 mm Dmr.

[6]) K. Eylers, Diplomarbeit T. H. Hannover 1932.
[7]) Beindorf, Preisarbeit der T. H. Hannover (erscheint demnächst).

wurde zu 130 mm gewählt. Daraus ergibt sich bei der Gleichspannung von 100 kV im Zylinderfelde eine Höchstfeldstärke von 13,7 kV/cm an der Oberfläche.

Die Preßgasfunkenstrecke.

In ein senkrechtes Hartpapierrohr H von 101/61 mm Dmr. und 1450 mm Länge wurden die Funkenstrecken nach Abb. 4 eingebaut. Oben und unten sind auf das Hartpapierrohr Messingrohre aufgeschrumpft, gegen die Dichtungsdeckel geschraubt sind. Als Dichtung bewährte sich am besten Paragummi. Für das Preßgasrohr H wählt man zweckmäßig gasdichtes Sonderhartpapier, das sich für die Herstellung von Preßgaskondensatoren bewährt hat. Bei einem ersten gewöhnlichen Hartpapierrohr traten mit der Zeit Längsrisse zwischen den Schichten auf, durch die erhebliche Gasmengen entwichen.

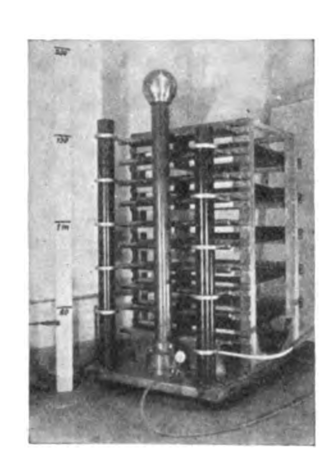


Abb. 3. Stellwellengenerator für 500 kV.

Zur bequemen Einstellung der Schlagweite und einfachen Handhabung der Funkenstrecken wurde jedes Kugelelektrodenpaar für sich in einen „Einsatz" eingebaut. In ein Hartpapierrohr von 60/50 mm Dmr. wurde oben und unten je ein Messingpfropfen P eingepreßt, in den der Schaft der Kugel eingeschraubt ist. Ein Loch im Pfropfen gestattet den Gasdurchtritt. In den unteren Pfropfen jeder Funkenstrecke wurde ein Gewindeloch G geschnitten, in das ein langer Montagestock geschraubt wird. Mit ihm wird die Einsatzfunkenstrecke in das lange Hüllrohr geschoben. Darauf wird von außen in jeden Messingpfropfen ein Bolzen B eingeschraubt, der am Hüllrohr eine Gummidichtung anpreßt. Der Bolzen B befestigt die Funkenstrecke und verbindet sie leitend durch das Rohr V mit dem Zapfen Z des Kondensatoranschlußrohres A. Das Messingrohr V wurde in der Fabrik mit Hartpapier bewickelt. Es ist in eine Einsenkung des Hüllrohres eingepreßt und mit einer Wachs-Kolophonium-Mischung bei U umgossen. Der Kopf des Bolzens dreht sich bei Einschrauben stramm durch das Verbindungsrohr V.

Abb. 4. Schnitt durch die Preßgasfunkenstrecke.

So ist das Auseinandernehmen zum Nachsehen der Elektroden und das Zusammensetzen der Preßgassäule einfach. Diese wird dann gegen die Kondensatoren geschoben, wobei die Verbindungsrohre V straff über die Zapfen Z der Kondensatoranschlußrohre A gepreßt werden. Der obere gasdichte Abschluß des Hüllrohres trägt eine Messinghohlkugel von 20 cm Dmr. (Abb. 1), mit der die Schaltfunkenstrecke F_s leitend verbunden ist.

Die Halbkugelelektroden sind aus Kupfer mit einer aufgelöteten Auflage aus Wolfram, welches den starken Funkeneinwirkungen gut standhält, während die Oberfläche der zuerst verwendeten Stahlkugeln durch die Funken sehr stark aufgerauht wurde.

Die Stelle stärkster elektrischer Beanspruchung liegt offenbar dort, wo das Verbindungsrohr V in das Hüllrohr eintritt. Denn der Krümmungshalbmesser von V beträgt nur 10 mm gegenüber 19 mm bei dem Anschlußrohr A der Kondensatoren. Außerdem begünstigt das Hüllrohr H einen Überschlag zwischen den zwei benachbarten Verbindungsrohren V längs der Oberfläche von H. Durch Versuche an Modellen wurde die oben beschriebene Umhüllung von V mit Hartpapier als günstigste Anordnung ermittelt. Die Durchbruchsspannung wird um 40 % heraufgesetzt. Es tritt nicht mehr ein Überschlag am Hüllrohr H, sondern ein Durchschlag frei durch die Luft ein.

Es erwies sich als vorteilhaft, die unterste Funkenstrecke F_1, die Zündfunkenstrecke, von dem Gasraum der übrigen Funkenstrecken abzutrennen. Diese wurden alle auf eine Schlagweite von 0,45 cm eingestellt und alle auf einem festen Druck von 13 at gehalten, während der Druck der Zündfunkenstrecke F_1 geringer und für sich regelbar gemacht wurde. Dadurch kann man entweder in bequemer Weise die Zündspannung und somit die Scheitelspannung des Stoßes regeln oder den Stoßvorgang durch rasches Ablassen des Gasdruckes in einem bestimmten Zeitpunkt auslösen.

Gasfüllung.

Als Gasfüllung der Funkenstrecken bewährte sich Kohlensäure ausgezeichnet. In dem anfangs verwendeten Stickstoffgas zündeten die Funkenstrecken sehr unregelmäßig. Das lag wahrscheinlich an der großen Feuchtigkeit des Stickstoffgases, herrührend von der Art der Herstellung aus verflüssigter Luft. Aus einer auf den Kopf gestellten Stahlflasche wurden Wassermengen von einigen hundert cm³ abgeblasen.

Die Widerstände.

Die Ladewiderstände wurden unifilar aus baumwollumsponnenen Chromnickeldraht auf Hartpapierrohre 100/90 mm Dmr. gewickelt und dann mehrmals schellakkiert. Der Strom wird durch übergeschobene Aluminiumringe (Abb. 3) abgezapft. Der Stoßerzeuger hat acht solcher Ladewiderstände R_L (Abb. 1) von je 11 000 Ω. Zwischen den Klemmen der 100 kV-Gleichrichteranlage und den Ladewiderständen des Stoßerzeugers liegt in der Hin- und Rückleitung je ein Schutzwiderstand R_s von 110 000 Ω. Diese bestehen aus Hochohmkordel. Die Widerstandskordel wurde straff in Wendeln gelegt, die in Hartpapierrohre von 30/20 mm Dmr. und 1200 mm Länge eingeschnitten werden.

Die Zeitabstände der Stöße werden mit einem Widerstand R_v unterspannungsseitig vor dem Transformator der Gleichrichteranlage geregelt, im allgemeinen von mehreren Sekunden bis zu einer halben Minute. Ist $ü$ das Übersetzungsverhältnis des Transformators, so wirkt auf der Sekundärseite der Widerstand $ü^2 \cdot R_v$ verlangsamend auf die Ladung.

Bei der Schaltung nach Abb. 1 werden die Kapazitäten C der einzelnen Stufen über um so höhere Ladewiderstände aufgeladen, je weiter die Stufe von der Hochspannungsquelle entfernt liegt. Bei gleicher Kapazität $C = 16$ nF der einzelnen Stufen nehmen die Zeitkonstanten der Aufladung theoretisch mit wachsender Stufenzahl zu. Wir wählten die Ladewiderstände R_L klein gegenüber den Schutzwiderständen R_s.

Wäre der primäre Vorwiderstand R_v nicht vorhanden, so ergäben sich aus C, R_L und R_s Zeiten der Aufladung auf 95 % der Ladespannung für die fünf Stufen zu 11, 12, 13, 14, 15 ms. Nun wird aber durch R_v die Aufladung auf mehrere Sekunden verlangsamt. Dieser langen Zeit gegenüber sind die kleinen Unterschiede von einigen Millisekunden praktisch belanglos.

Erdleitung.

Als Erdung wurde eine große Blechplatte aus verzinktem Eisenblech von 1 mm Stärke in einer Größe von 2×7 m² zusammengesetzt. Die einzelnen Blechtafeln wur-



den unter sich vernietet und verlötet. Diese Platte wurde mit einem Bandeisen an Erde gelegt. Der Stoßerzeuger wurde auf diese Blechplatte gestellt und das unterste Kondensatoranschlußrohr mit einem 65 cm breiten Blech (in Abb. 3 hinter dem Fuß der die Preßgasfunkenstrecken enthaltenden Säule sichtbar) an das „Gegengewicht" angeschlossen. Ferner wurden der Prüfling und sämtliche Meßgeräte auf diese Erdplatte gestellt. Bevor wir diese Erdplatte angebracht hatten, entstanden bei der großen Steilheit der Welle erhebliche induzierte Spannungen in der Licht- und Kraftinstallationen der benachbarten Gebäudeteile. Durch die Anordnung der großen Erdplatte als Gegengewicht wurden diese Störungen beseitigt.

Messungen.

Durch die beschriebene Anordnung wurde erzielt, daß der Stoßerzeuger mit einem rechteckigen Schließungskreis von 45 cm Breite und 150 cm Höhe aus Draht von 3 mm Dmr. eine Induktivität von nur 4,6 μH hat. Bei dieser Messung waren die Funkenstrecken durch kurze Bügel überbrückt. Für ein vollständiges Rechteck aus Draht dieser Abmessungen berechnet sich die Induktivität zu 4,4 μH. Die Zickzack-Plattenanordnung gibt also nur eine sehr geringe zusätzliche Induktivität. Bekanntlich gibt ja ein bandförmiger bifilarer Leiter eine um so kleinere Induktivität, je größer die Bandbreite gegenüber dem Schleifenabstand ist.

Bei dieser Anordnung ist auch die schädliche Erdkapazität der oberen Stufen klein, infolgedessen ist die gesamte Scheitelspannung im Augenblick des Stoßvorganges sehr nahe gleich der Summe der Spannungen aller Stufen. Der Scheitelwert der positiven Welle wurde mit einer Funkenstrecke, bestehend aus einer Kugel von 50 cm Dmr. und einer geerdeten ebenen Messingplatte, die auf dem „Gegengewicht" lag, bei einer Schlagweite von 30 cm zu 475 kV gemessen, während die Ladegleichspannung, mit einer Kugelfunkenstrecke gemessen, 100 kV betrug. Der Scheitelwert der Welle war also nur um 5 % kleiner als das Fünffache der Ladespannung.

Die Stirnlänge der Welle von 375 kV Scheitelspannung wurde mit einem angekoppelten Lechersystem nach dem Verfahren von Harald Müller[8]) zu 3,35 m gemessen. Dem entspricht eine gesamte Stirndauer von 0,011 μs. Das ist eine außerordentlich kurze Stirndauer.

[8]) Harald Müller, Arch. Elektrotechn. 15 (1925) S. 97.

Ein im Institut gebauter Kathodenozsillograph geht seiner Vollendung entgegen. Mit ihm soll der Stoßerzeuger eingehend untersucht werden.

Der Stoßerzeuger ist seit Juni 1932 in Betrieb und hat sich bisher gut bewährt. Über das eigenartige Aussehen der Klydonogramme bei so großer Steilheit wird F. Hartje berichten.

Rundfunkstörungen.

Die Rundfunkstörung durch einen solchen Stoßerzeuger ist, wie von Bork und Clausen[9]) untersucht wurde, erheblich. In einer Entfernung von 300 m ist mit einem Batterieempfänger bei Musikempfang des Ortssenders Hannover das Knackgeräusch der Stoßentladung deutlich zu hören. Vorversuche haben gezeigt, daß die Beseitigung der Rundfunkstörung durch Umgeben der gesamten Stoßanlage mit einem Drahtgitter möglich ist, da die Antennenempfänger im wesentlichen auf das elektrische Feld ansprechen. Wichtig ist, daß durch Drosselspulen zwischen der abgeschirmten Stoßanlage und der Gleichrichteranlage die Übertragung der Stöße auf das den Gleichrichter speisende Netz verhindert wird.

Die Stoßanlage wurde von der Werkstatt unseres Instituts gebaut. Die Mittel dazu wurden durch eine besondere Zuwendung des Herrn Rektors der Technischen Hochschule Hannover und der Hannoverschen Hochschulgemeinschaft zur Verfügung gestellt. Wir möchten dafür auch an dieser Stelle unsern Dank sagen.

Zusammenfassung.

Es wurde ein Stoßerzeuger für 500 kV mit einer Stoßkapazität von 3,3 nF in der Marxschen Vervielfachungsschaltung mit Plattenkondensatoren und Preßgasfunkenstrecken beschrieben. Durch zickzackförmige Anordnung der 10 Plattenkondensatoren, durch Verrundung der Metallkanten und Bekleidung mit Isolierstoff, durch die Verwendung von Kugeln von nur 25 mm Dmr. in Kohlensäure von 13 at Überdruck in den 5 Funkenstrecken gelang es, den Stoßerzeuger in den Abmessungen 0,90 × 1,40 m und 1,85 m Höhe herzustellen und eine ungewöhnlich kleine Induktivität zu erzielen. Durch die Preßgasfunkenstrecken einerseits und durch die kleine Induktivität anderseits wurde die Stirn der Welle außerordentlich steil. Mit einem angekoppelten Lechersystem wurde bei 375 kV eine Stirnlänge von 3,35 m oder eine gesamte Stirndauer von 0,011 μs gemessen.

[9]) Bork u. Clausen, Diplomarbeit T. H. Hannover 1935.

Störungsfreier Parallelbetrieb von Kraftwerken durch Verwendung eines neuen, frequenzsteifen Generators asynchroner Bauart.

Von **Ernst Tüxen**, Hannover.

621. 313. 332. 016. 32

Übersicht. Ausgehend von den bekannten Schwierigkeiten des Parallelbetriebes mit synchronen Maschinen wird über theoretische und praktische Untersuchungen des entsprechenden Verhaltens von Maschinen asynchroner Bauart, insbesondere einer solchen mit einer neuartigen Erregerschaltung, berichtet*).

Zahlreiche theoretische und experimentelle Untersuchungen der letzten Jahre[1]) lassen die Schwierigkeiten des Parallelbetriebes mit synchronen Maschinen, insonderheit in Störungsfällen erkennen. Die Sicherheit eines Parallelbetriebes mit synchronen Maschinen basiert auf der Aufrechterhaltung der synchronisierenden Leistung

$$N_{syn} = U \frac{U_0}{X} \sin \vartheta,$$

die nach der eben genannten Formel abhängig ist von der Spannung U des Lastanfallpunktes, der fiktiven Leerlauf- oder Polradspannung U_0 und damit der Erregung der einzelnen Maschine, ferner deren synchroner Reaktanz X — bekanntlich ein Maß für Ankerrückwirkung und Streuung — bezogen auf den Lastanfallpunkt, also einschließlich Transformator und Leitungsreaktanz, und schließlich vom Polradverdrehungswinkel ϑ, ebenfalls bezogen auf den Lastanfallpunkt. Die synchronisierende Leistung kann nun entweder praktisch ganz zu Null werden, zum Beispiel im Kurzschluß, oder sie wird infolge schwacher Erregung oder großer Synchronreaktanz doch so stark herabgesetzt, daß auftretende Pendelungen über die Stabilitätsgrenze hinausgehen. Diese Pendelungen entstehen bei stoßweisen Belastungsänderungen, wenn die mechanischen Eigenschwingungszahlen der parallelgeschalteten Systeme, bezogen auf den Lastanfallpunkt, deren Quadrat dem Verhältnis von synchronisierender Leistung zu kinetischer Energie proportional ist, nicht übereinstimmen, sowie wenn die stationäre Leistungsverteilung auf Grund der statischen Drehzahlkennlinien eine andere ist, als dem Verhältnis der synchronisierenden Leistungen entspricht. Eine solche Übereinstimmung ist aber in einem vielfach vermaschten und zusammengefaßten Netzverband in den seltensten Fällen zu erwarten, da die synchrone Reaktanz, bezogen auf den jeweils wechselnden Lastanfallpunkt, zeitlich und für die verschiedenen Maschinen meist recht verschieden sein wird. Als Mittel zur Verbesserung der Stabilität werden angegeben:

*) Nach einem Vortrag, gehalten im VDE, Gau Niedersachsen, am 7. V. 1935.

[1]) z. B. ETZ 52 (1931) S. 791, 1185, 1215, 1270, 1349, 1509, 1549, 1565.

1. Erhöhung der synchronisierenden Leistungen durch Verkleinerung der Synchronreaktanz X. Das bedeutet Rückkehr zu steiferen Maschinen, die weniger ausgenutzt werden können und höhere Kurzschlußströme haben. Es werden also sowohl die Maschinen teuerer, als auch die Abschaltleistungen der Schaltorgane größer werden müssen.
2. Abstimmung der Maschinen aufeinander hinsichtlich ihrer Eigenschwingungszahlen durch gleiches Kurzschlußverhältnis und gleiche Normalanlaufzeit[2]). Hierdurch werden nur gewisse Pendelanregungen für Maschinen innerhalb eines Werkes, also bei Parallelbetrieb über widerstandslose Sammelschiene, beseitigt.
3. Gleichmäßige Verteilung der Wirklast auf die einzelnen Maschinen und Werke durch gleichgeneigte Drehzahlkennlinien. Hierdurch ergeben sich größere Frequenzschwankungen und man begibt sich des Vorteils des gekuppelten Betriebes, die Leistung zur Erzielung eines günstigsten Gesamtwirkungsgrades verschieden verteilen zu können.

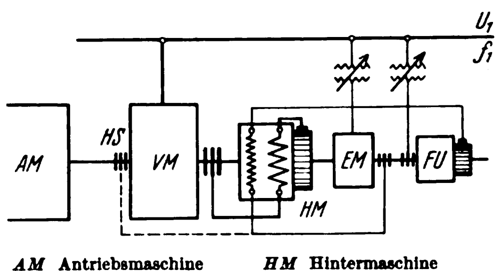
Diese Mittel helfen natürlich überhaupt nicht bei vollkommenen Kurzschlüssen. Hier muß durch geringe Einstellzeiten des Selektivschutzes für rasche Abschaltung des gestörten Netzteiles gesorgt werden. Das bedingt natürlich anderseits häufigeres Fallen der Netzschalter und bisweilen auch wichtiger Verbindungsschalter, so daß sich die Notwendigkeit ergibt, jedesmal neu zu synchronisieren bzw. langsam hochzufahren.

Vielleicht aus diesen Gesichtspunkten heraus ist schon bisweilen die asynchrone Maschine als Generator für Zentralen vorgeschlagen worden. Diese hat ja gegenüber der synchronen den Vorteil, daß sie kein schwingungsfähiges System darstellt, also keine Pendelungen auftreten können; ferner daß sie nach Kurzschlüssen bei Wiederkehr der Spannung auch bei größeren inzwischen erreichten Drehzahlunterschieden leichter wieder in den Parallelbetrieb hineingezogen wird. Dem steht als Nachteil gegenüber, daß die asynchrone Maschine bei selbständigem Betrieb keine konstante Frequenz aufrechtzuerhalten in der Lage ist, da bei generatorischer Wirkbelastung selbst unter der Annahme konstanter Drehzahl ein dem übersynchronen Schlupf entsprechender Frequenzabfall auftritt. Damit hängt zusammen, daß die asynchrone Maschine im Parallelbetrieb mit Synchronmaschinen sich an den Laständerungen praktisch nicht beteiligt, also die Synchronmaschinen von den pendelanregenden Laststößen nicht nur nicht entlastet, sondern diesen auch noch ihre eigenen Anteile zuschiebt.

Es soll im folgenden gezeigt werden, daß die asynchrone Maschine mit einer neuartigen Erregerschaltung die eben genannten Nachteile der asynchronen Maschine mit normalen Erregerschaltungen vermeidet und darüber hinaus zusätzliche Vorteile bringt. Die neue Schaltung leitet sich am besten ab aus den Schaltungen für Aufhebung der Schlupfspannung nach dem Prinzip von Seiz. Es ist bekannt, daß durch die Aufhebung der Schlupfspannung die normale Frequenzänderung der asynchronen Maschine auf einen sehr hohen Wert vergrößert wird, so daß man eine praktisch unendlich weiche Maschine erhält, die nur im Parallelbetrieb mit frequenz- und spannunghaltenden Maschinen in der Lage ist zu arbeiten und dann auch bei beträchtlichen Frequenzänderungen eine konstante Wirk- und Blindlast liefert.

Es ist bekannt, daß die Verwirklichung dieses Prinzips möglich ist durch Einfügung einer Spannung in den Läuferkreis der Hauptmaschine, die mindestens alle vom Schlupf abhängigen Spannungen kompensiert, aber eine Spannung vom Charakter eines ohmschen Spannungsabfalls ausläßt, die dann durch eine willkürlich veränderbare „Regelspannung" kompensiert wird. Dies geschieht durch Anordnung einer — praktisch wohl meist ständererregten — Hintermaschine, in deren Erregerkreis eine irgendwie aus der Schlupfspannung der Hauptmaschine abgeleitete Spannung, sowie eine über einen Frequenzumformer gelieferte regelbare Spannung eingeführt werden. Die Ableitung der erstgenannten Spannung aus der Schlupfspannung kann nun bekanntlich auf dreierlei Art erfolgen.

1. Durch Anordnung einer asynchronen Hilfsmaschine — „Entkopplungsmaschine" nennt sie Ossanna in einer Abhandlung[3]) —, die primärseitig an die Klemmen der Hauptmaschine angeschlossen ist und sekundärseitig deren Schlupfspannung abbildet. Es entsteht eine Schaltung, wie in Abb. 1 dargestellt.

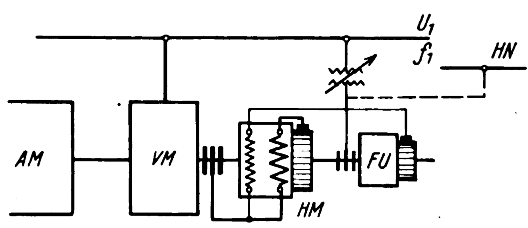


AM Antriebsmaschine | *HM* Hintermaschine
VM Hauptmaschine | *EM* Entkopplungsmaschine
HS Hilfsschleifringe | *FU* Frequenzumformer

Abb. 1. Asynchronmaschine mit aufgehobener Schlupfspannung mittels Entkopplungsmaschine. (Gestrichelt: mittels Hilfswicklung in der Hauptmaschine.)

2. Durch Anordnung einer an Hilfsschleifringe geführten Hilfswicklung der Hauptmaschine, in der direkt die Schlupfspannung induziert wird. (Strichelung in Abb. 1.)

3. Durch Anschluß der Erregung der Hintermaschine an die Hauptschleifringe der Hauptmaschine (Abb. 2).



HN Hilfsnetz (siehe auch Legende zu Abb. 1)

Abb. 2. Asynchronmaschine mit aufgehobener Schlupfspannung mittels Schleifringerregung. (Gestrichelt: Dasselbe mit Fremderregung des Frequenzumformers.)

In allen drei Fällen läßt sich zeigen, daß bei geeigneter Dimensionierung der Läuferstrom der Hauptmaschine unabhängig von der Läuferfrequenz proportional und winkelfest zur Spannung des Frequenzumformers wird. Damit hat die Maschine, wenn der Frequenzumformer schleifringseitig von den Klemmen der Hauptmaschine aus erregt wird, konstante Wirk- und Blindleistung, die durch Größe und Phasenlage der dem Frequenzumformer zugeführten Spannung gegeben sind.

Ganz anders wird aber das Verhalten irgendeiner der Schaltungen für Aufhebung der Schlupfspannung, wenn der Frequenzumformer, wie in Abb. 2 gestrichelt angedeutet, aus einem getrennten Hilfsnetz konstanter Frequenz erregt wird. Da auch hierbei noch der Läuferstrom der Hauptmaschine nach Größe und Richtung vom Ständer aus gesehen nur von der Schleifringspannung des Frequenzumformers abhängt, wird eine solche Maschine selbständig spannung- und frequenzhaltend. Sie läßt sich dabei viel eher mit der Synchronmaschine bei konstanter Drehzahl und Erregung vergleichen, mit der sie konstante Frequenz und Leerlaufspannung, normale Spannungsänderung bei Belastung und ein auf den Läuferstrombelag synchronisierendes Moment gemeinsam hat. Sie unterscheidet sich aber von der synchronen Maschine dadurch, daß der Läuferstrombelag nicht an eine bestimmte Lage zum Läufer gebunden ist, sondern nach Maßgabe der Hilfsnetzspannung jede beliebige Lage und Relativgeschwindigkeit zum Läufer annehmen kann. Eine solche Maschine stellt demnach keinerlei schwingungsfähiges Gebilde dar, sie kann nicht pendeln.

Ein Parallelbetrieb mehrerer derartiger Maschinen untereinander ist nun in sehr einfacher Weise dadurch möglich, daß sie aus demselben Hilfsnetz fremderregt werden. Die Sicherheit des Parallelbetriebes erfolgt dann also über die Hilfsspannung, nicht über das synchronisierende Moment; dieses kann ohne weiteres eine gewisse Zeit zu Null

[2]) ETZ 52 (1931) S. 1509.

[3]) Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 10 (1931) H. 3, S. 1.

werden, wie im Kurzschluß, ohne den Parallelbetrieb im geringsten zu gefährden, denn die gegenseitige Phasenlage der Spannungsvektoren wird durch die gemeinsame Hilfsspannung aufrechterhalten.

Für die neue Maschine, die zum Patent angemeldet ist, lassen sich demnach folgende Vorteile im Betriebe buchen:

1. Kurzschlüsse können bis zur Erwärmungsgrenze der Maschinen zugelassen werden. Von selbst vorübergehende Kurzschlüsse brauchen also meist überhaupt nicht abgeschaltet zu werden; man spart das jedesmalige Neusynchronisieren bzw. Neuhochfahren von Netzteilen. Dauerkurzschlüsse werden jedenfalls erst nach Abklingen des Stoßkurzschlußstromes abgeschaltet; die Abschaltleistungen werden kleiner.
2. Große stoßweise Belastungsänderungen rufen auch bei ungleichen Kurzschlußverhältnissen, ungleichen Normalanlaufzeiten und ungleichmäßiger stationärer Leistungsverteilung weder Pendelungen der Maschinen untereinander noch Außertrittfallen hervor.
3. Die Aufrechterhaltung der konstanten Frequenz beschränkt sich auf Frequenzkonstanthalten eines Hilfsnetzes sehr kleiner Leistung. Hierbei sind die Drehzahlkennlinien der Antriebsmaschinen der Generatoren und die kinetischen Energien ohne Einfluß.
4. Das Parallelschalten einer Maschine zum Netz beschränkt sich auf den Vergleich der Phasenlage, da die Frequenz schon gemeinsam ist. Häufig kann auch das fortfallen und direkt eingeschaltet werden. Eine konstante Übergabeleistung zwischen zwei Kraftwerken oder Netzen kann durch eine eingestellte Phasendifferenz zwischen den Hilfsspannungen der beiden Einheiten erreicht werden.

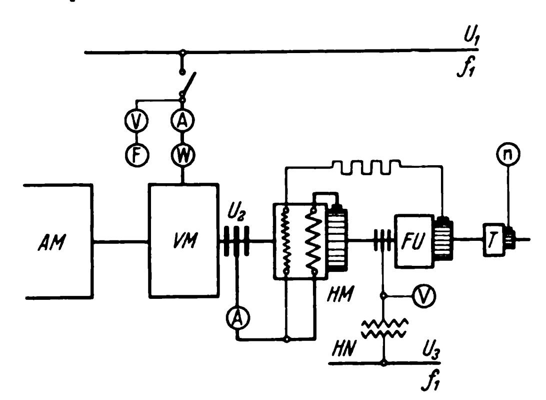
Die Lastverteilung auf parallellaufende Maschinen dieser Art erfolgt wie bei Synchronmaschinen im ersten Augenblick, im Verhältnis ihrer synchronisierenden Leistungen bezogen auf den Lastanfallpunkt. Diese Lastverteilung bleibt aber im Gegensatz zur Synchronmaschine auch im stationären Zustand bestehen. Eine andere Verteilung im stationären Zustand im Sinne einer wirtschaftlichen Lastverteilung kann durch Nachregelung nach einem Fahrplan wie bei Synchronmaschinen, hier aber durch Beeinflussung der Phasenlage der Hilfsspannung erfolgen. Die Anordnung besonderer frequenzhaltender Einheiten ist jedenfalls nicht mehr notwendig, da ja alle Maschinen die Normalfrequenz zugeführt erhalten.

Selbstverständlich ist auch ein Parallelbetrieb dieser neuen Maschinen mit Synchronmaschinen möglich. Hierbei tritt ein synchronisierendes Moment der Asynchronmaschine auf, das von denselben Faktoren abhängt wie bei der Synchronmaschine und diese mit der Frequenz des Hilfsnetzes synchronisiert. Hieraus ergibt sich, daß die Laständerungen in der Hauptsache von der neuen Maschine übernommen werden; die synchronen Maschinen werden also von pendelanregenden Laststößen entlastet. Eine Nachregelung auf eine andere, wirtschaftliche Lastverteilung ist auch hier ohne weiteres in bekannter Weise möglich. Bei diesem gemischten Betrieb bleibt natürlich eine gewisse Gefahr der Unstabilität durch die Synchronmaschinen bestehen.

Um das vorstehend beschriebene Verhalten der neuen Maschine durch Versuch zu erweisen, wurde eine solche von einer Leistung von 10 kW in der Schaltung nach Abb. 3 aus den vorhandenen Einrichtungen des Instituts für elektrische Maschinen an der Technischen Hochschule Hannover zusammengestellt. Die Versuche, die gelegentlich eines Vortragsabends im VDE, Gau Niedersachsen, vom Verfasser einem größeren Kreise von Fachgenossen vorgeführt wurden, zeigten qualitativ völlige Übereinstimmung mit dem theoretischen Verhalten. Die Versuche gliederten sich in drei Teile:

Teil 1: Alleinbetrieb.
Teil 2: Parallelbetrieb mit einer Synchronmaschine.
Teil 3: Parallelbetrieb über Drosselspule mit dem Netz, aus dem fremderregt wurde. Dieser Versuch ist gleichwertig einem Parallelbetriebe mit einem Netz gleichartiger Maschinen, die aus demselben Hilfsnetz erregt werden.

Im Teil 1 wurde gezeigt, daß bei stark geänderter Drehzahl der Antriebsmaschine die Frequenz absolut konstant blieb und auch die Leerlaufspannung in einem großen Frequenzbereich praktisch konstant war. Bei plötzlicher Belastung auf den Nennwirkwiderstand war normale Spannungsänderung und ebenfalls trotz Drehzahlabfalls der Antriebsmaschine konstante Frequenz zu beobachten.



T Tachometermaschine (siehe auch Legende zu Abb. 1 u. 2)

Abb. 3. Frequenzsteifer Asynchrongenerator, ausgeführte Versuchsschaltung.

Der zweite Teil erbrachte den Beweis, daß ein Parallelbetrieb mit der Synchronmaschine möglich ist mit der Maßgabe, daß die Asynchronmaschine die Frequenz bestimmte und konstant hielt, daß also ein genügendes, auf die Hilfsfrequenz synchronisierendes Moment der Asynchronmaschine auftrat. Bei Belastung der Parallelschaltung beteiligte sich die Synchronmaschine an den stationären Laständerungen überhaupt nicht, an den stoßweisen nur in geringem Maße, sie wurde also tatsächlich von den pendelanregenden Laststößen entlastet.

Im dritten Teil, dem Parallelbetrieb mit Netz, konnte zunächst die Einfachheit des „Synchronisierens" und der Lastübernahme durch einfache Beeinflussung der Phasenlage der Hilfsspannung gezeigt werden. Aber auch direkte Einschaltung mit voller Last ohne „Synchronisieren" war möglich; dabei war keinerlei Pendelerscheinung wahrzunehmen. Bei stoßweiser Belastung dieser Parallelschaltung auf Widerstand zeigte sich annähernd gleiche Stoß- und stationäre Lastverteilung; auch hierbei keinerlei Pendelerscheinung. Zum Schluß wurde bei Vollastbetrieb ein Klemmenkurzschluß an der Asynchronmaschine hergestellt, wobei die Kurzschlußstelle von der Maschine und über die Drosselspule vom Netz ungefähr gleichmäßig gespeist wurde. Nach Aufhebung des Kurzschlusses, der beliebig lange dauern konnte, ging der Betrieb mit Wiederkehr der Spannung ohne Pendelungen unmittelbar in den ursprünglichen Parallelbetrieb über.

Die Versuche lassen erkennen, daß der Parallelbetrieb mit diesen Maschinen doch recht zuverlässig ist; er kann offenbar auf jede praktisch nur denkbare Art beansprucht werden, ohne daß seine Sicherheit beeinträchtigt wird.

Zusammenfassung.

Zunächst wurden kurz die bekannten Schwierigkeiten des Parallelbetriebes mit synchronen Maschinen, wie sie in der Fachliteratur der letzten Jahre ihren Niederschlag finden, erläutert und die vorgeschlagenen Maßnahmen zu deren Behebung angegeben. Eine kurze Kritik zeigte, daß durch diese die genannten Schwierigkeiten nicht vollkommen beseitigt werden können. Es wurde weiter gezeigt, daß asynchrone Generatoren, die vor den synchronen den Vorteil der Pendelfreiheit besitzen, in ihren normalen Schaltungen aber betriebsmäßige Nachteile haben, die sie zur Aufrechterhaltung eines selbständigen frequenzsteifen Betriebes als ungeeignet erscheinen lassen. Eine neue Erregerschaltung, charakterisiert durch die Kombination von „Aufhebung der Schlupfspannung" mit Fremderregung aus einem unabhängigen Hilfsnetz, ist von allen vorgenannten Nachteilen frei und gestattet einen in allen Normalbetriebs- und insbesondere Störungsfällen absolut sicheren Parallelbetrieb. Daneben gewährt sie unter anderen den Vorteil einer einfachen und doch sehr genauen Frequenzhaltung. Versuche an einer Laboratoriumsmaschine zeigten tatsächlich das beschriebene Verhalten der neuen Maschine.

Schaltanlagen für Großstadt-Elektrizitätswerke.

Die Abspannwerke Oberspree und Rummelsburg, Berlin.

Von F. **Klostermann**, Berlin.

621. 316. 26

Übersicht. An Beispielen von Großschaltanlagen, die die BEWAG in den Jahren 1928 bis 1934 errichtet hat, wird die technische und wirtschaftliche Entwicklungslinie des Schaltanlagenbaues erläutert. Zwei offene und eine gußgekapselte Schaltanlage des Baujahres 1934 werden eingehend beschrieben*).

Die durch die mehrjährige Wirtschaftskrise hervorgerufene Pause im Schaltanlagenbau ist von der Industrie dazu ausgenutzt worden, wesentliche Elemente der elektrischen Schaltanlage neu zu schaffen[1]). Die neuzeitlichen Schaltanlagen für mittlere Spannungen und große Leistungen werden ganz öllos ausgeführt und mit Druckluft betätigt, sie zeigen kennzeichnende Unterschiede gegenüber Anlagen mit Ölschaltern und ölgefüllten Wandlern.

Die z. Z. in Betrieb befindlichen Ölschalter-Anlagen können in 2 zeitlich und konstruktiv stark unterschiedliche Systeme geschieden werden. Zunächst seien genannt die kurz vor oder nach dem Weltkrieg errichteten Anlagen, die heute technisch veraltet sind und meistens in ihren Abschaltleistungen den möglichen Kurzschlußleistungen nicht mehr gerecht werden und somit für die Sicherheit des Betriebes eine im Verborgenen drohende Gefahr sind. Die später, hauptsächlich in den Jahren 1925 bis 1930 gebauten großen Schaltanlagen zeigen den typischen Einbau der Ölschalter in nach außen liegenden Qualmkammern und vor allem eine richtige Bemessung der Schalter im Hinblick auf die etwa auftretende Kurzschlußleistung. Gegenüber diesen auch heute noch als betriebssicher anzuerkennenden Anlagen bietet die neuzeitliche Schaltanlage bei erhöhter Sicherheit und besserer Übersichtlichkeit eine Senkung der Baukosten.

Die Berliner Kraft- und Licht (BEWAG) Aktiengesellschaft hat im Rahmen der Arbeitsbeschaffung im Jahre 1934 zwei zeitgemäße 6 kV-Schaltanlagen errichtet, und zwar auf dem Grundstück des alten Kraftwerkes Oberspree und in einem zur Verfügung stehenden Raum in den Gebäuden des Kraftwerkes Rummelsburg. Diese Schaltanlagen zeigen einen wesentlichen Fortschritt gegenüber der bisherigen Bauweise.

Die Abb. 1 bis 4 zeigen Schnitte von 6 kV-Anlagen der BEWAG aus den Jahren 1928 bis 1934. Man erkennt die Entwicklung zu einem immer kleiner werdenden Raumbedarf für die 6 kV-Zelle. Die Durchgangs- und Abschaltleistungen sind jedoch die gleichen geblieben. Die für den Ölschalter notwendige Qualmkammer (Abb. 1 und 2) erfordert einen verhältnismäßig großen Teil des Gesamtquerschnittes. Durch das Vorhandensein dieses Qualmraumes fallen andere Räume an, die zur Unterbringung von Steuer- und Meßkabeln notgedrungen sehr reichlich bemessen sind. Die öllosen Schalter benötigen keine Qualmkammern mehr, so daß bei ihrer Verwendung eine wesentliche Vereinfachung des Gebäudes und der Leitungsführung erreicht wird. Auch die Verlegung der Sekundärleitungen läßt sich (s. Abb. 3) einfacher und billiger ausführen.

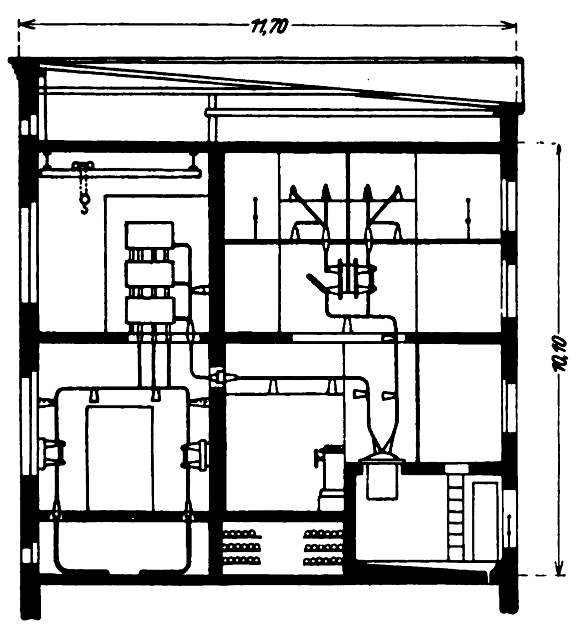


Abb. 1. Schnitt durch 6 kV-Anlage Marienburg, Baujahr 1928.

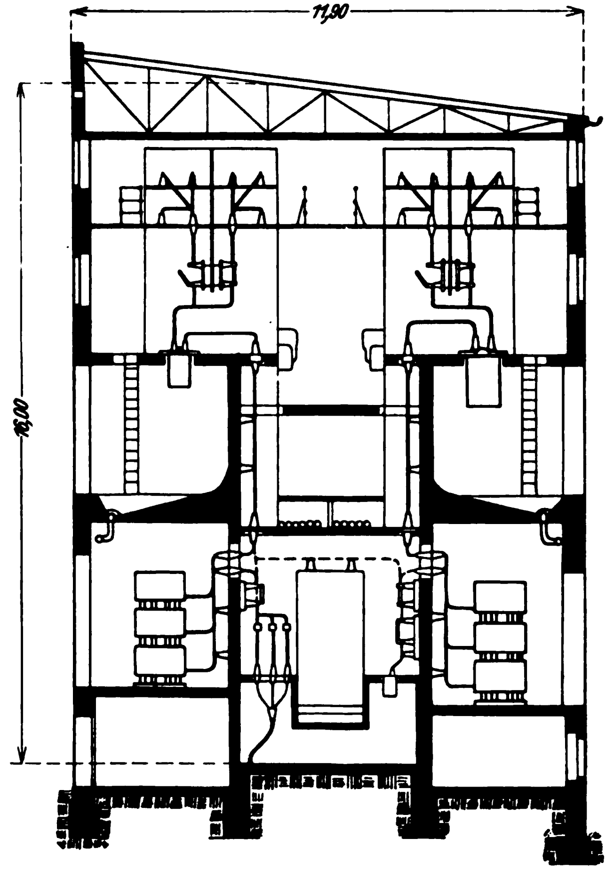


Abb. 2. Schnitt durch 6 kV-Anlage Kreuzberg, Baujahr 1929.

Nach den Abb. 1 bis 3 nimmt bei gleicher Zellenbreite der Raumbedarf für eine 6 kV-Zelle um 52 % ab. Tatsächlich ist durch Verringerung der baulichen Abmessungen des öllosen Schalters gegenüber dem Ölschalter auch die Zellenbreite um rd. 17 % geringer geworden, so daß sich eine Raumersparnis für die 6 kV-Zelle von fast 57 % ergibt. Zahlentafel 1 gibt die entsprechende Verringerung der Gebäudekosten an. Hierbei sind sämtliche Zahlen auf die Preise und Löhne am 15. XI. 1934 abgestimmt, so daß durch Konjunktur bedingte Preisunterschiede bei diesem Vergleich ausgeschlossen sind.

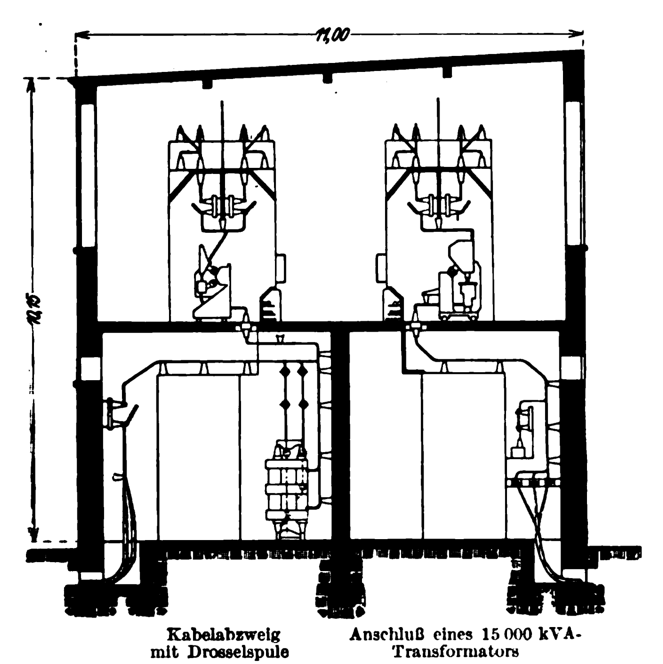
Zahlentafel 1 zeigt auch eine Verminderung der Kosten für den elektrischen Teil. Diese Zahlen sind Mittelwerte für Kabelabzweige mit Drosselspulen und für Abzweige ohne Drosselspulen, aber mit Schaltern größerer Abschaltleistung, z. B. für Transformatoren und Sammelschienenkupplungen. Sie enthalten neben dem Betrage für die Hochspannungsapparate auch anteilig die Kosten für Meß- und Steuerkabel, Warte, Relais, Eigenbedarf, Montage, Maurer und Maler, Inbetriebsetzung und sonstiges kleineres Zubehör. Die Ersparnis ist hier im wesentlichen begründet durch die Wahl von Druckluft zur Betätigung im Zusammenhang mit einer Betätigungsspannung von 24 V statt 220 V, durch Vereinfachung des Eigenbedarfs,

*) Der Aufsatz baut auf einem Vortrag vor dem VDE Gau Südsachsen in Chemnitz am 20. XI. 1934 auf.

[1]) ETZ 55 (1934) S. 629.

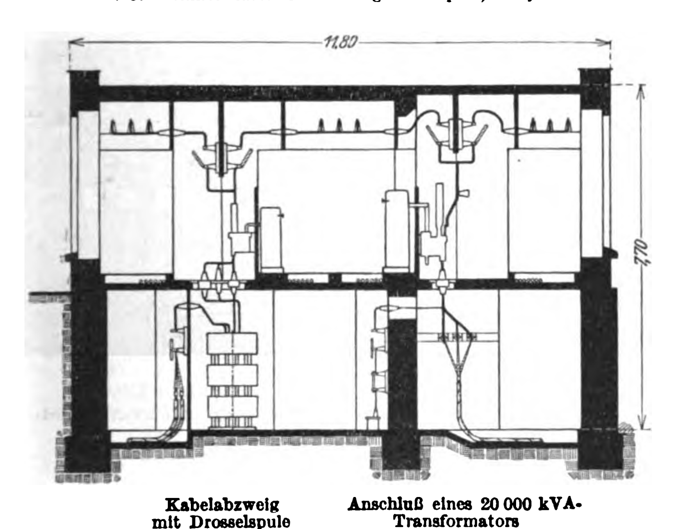
durch Anbringung der Relais in der Hochspannungsanlage statt in einem besonderen Relaisraum und durch eine wesentliche Verringerung des Aufwandes für die Warte.

Bei der zahlenmäßigen Gegenüberstellung, deren Vergleichszahlen, soweit sie Kosten betreffen, aus den Abrechnungen ermittelt sind, konnte die Anlage Rummelsburg (Abb. 4), obwohl sie noch größere Raumersparnisse als die Anlage Oberspree bringt, nicht berücksichtigt werden, da diese Schaltanlage in einem vorhandenen Raum



Kabelabzweig mit Drosselspule — Anschluß eines 15 000 kVA-Transformators

Abb. 3. Schnitt durch 6 kV-Anlage Oberspree, Baujahr 1934.



Kabelabzweig mit Drosselspule — Anschluß eines 20 000 kVA-Transformators

Abb. 4. Schnitt durch 6 kV-Anlage Rummelsburg, Baujahr 1934.

untergebracht werden mußte, der lediglich baulichen Änderungen unterzogen wurde. Außerdem war hier die Betätigungsbatterie bereits da und auch die vorhandene Warte wurde lediglich dem neuen Zustande angepaßt und etwas erweitert. Es kann somit ein klarer Vergleich mit den Bauten der Jahre 1928 und 1929 nur mit der 6 kV-Anlage in Oberspree angestellt werden, für die das Gebäude und das gesamte Zubehör neu errichtet werden mußte.

Zahlentafel 1.

Werk	Baujahr	Raumbedarf für eine 6 kV-Zelle	bauliche Kosten für eine 6 kV-Zelle einschl. Zubehör	elektrische Kosten	Gesamtkosten
		m³	%		
Marienburg	1928	185	100	100	100
Kreuzberg	1929	125	67	88	84
Oberspree	1934	80	33	61	56
Rummelsburg	1934	61	—	—	—

Im folgenden wird ein Rundgang durch die neuen Anlagen gemacht, wobei jedoch nicht näher auf die Elemente der Anlagen eingegangen wird, die durch Veröffentlichungen der Lieferfirmen hinreichend bekannt sein dürften. Erwähnt werden soll nur, daß sowohl ein Druckluft- als auch ein Expansionsschalter der für den Einbau bestimmten Typen im Netz der BEWAG Kurzschlußprüfungen unterworfen worden sind. Das Ergebnis dieser Prüfungen war maßgebend für die Verwendung der Schalter in den BEWAG-Anlagen.

Abb. 5 und 6 zeigen Ansichten der Bedienungsgänge. Für Rummelsburg (Abb. 5) sind die Luftbehälter der Druckluftschalter kennzeichnend, und zwar die größeren für Schalter von 350 MVA Abschaltleistung mit Druckluft von 15 atü, die kleineren für 150 MVA-Schalter mit Luft von 10 atü. Die Trennschalter werden mit Druckluft von 5 atü gesteuert. Die Luft wird im Kompressor zu 16 atü verdichtet und in einem Behälter gespeichert, von dort wird sie über Reduzierventile für 10 und 5 atü in 2 entsprechende Speicherkessel geleitet. Aus den 3 Kesseln werden die verschiedenen Leitungssysteme gespeist. Die Antriebe für die Leistungschalter befinden sich auf den Luftkesseln, für die Trennschalter in seitlich von den Kesseln auf der Wand angebrachten Ventilkästen. Die Luftkessel haben ein Handloch, damit ihre Innenwände der Beobachtung zugänglich sind.



Abb. 5. 6 kV-Anlage Rummelsburg, Bedienungsgang.

Die Anlage Oberspree (Abb. 6) ist mit Expansionsschaltern von gleicher Leistung wie die Schalter in Rummelsburg ausgerüstet. Die Leistungs- und Trennschalter werden mit Druckluft von 5 atü betätigt. Die Steuerventile sind in besonderen Kästen unter einem Blindschaltbild vereinigt. Neuartig ist in dieser Anlage die Rückmeldung der Trennschalterstellung zur Bedienungstelle; sie erfolgt nicht mehr über Steuerschalter, die vom Trennschalter durch eine isolierte Stange mechanisch betätigt werden, sondern auf pneumatischem Wege[2]). Diese Einrichtung verbürgt gegenüber dem bisherigen Verfahren äußerste Genauigkeit der Anzeige, z. B. hat der Beobachter im Bedienungsgang oder auf der Warte, wohin die Meldung vom Bedienungsgang aus elektrisch weitergegeben wird, bei Meldung „Trennschalter ein" die Gewißheit, daß die Trennmesser sich vollkommen in den zugehörigen Kontaktflächen befinden. Das bisherige System gibt die Meldung „Ein" unter Umständen schon bei noch nicht ganz eingeschaltetem Zustand, was zu erheblichen Störungen führen kann.

Beide Anlagen sind in 2 Gruppen unterteilt, die rauchsicher voneinander getrennt sind. In Oberspree ist die Trennwand aus Gründen der besseren Beleuchtung in Drahtglas ausgeführt. Die Querschnitte beider Anlagen

²) I. Sihler, Elektrotechn. u. Maschinenb. 52 (1934) S. 395, Abb. 6; in Oberspree nicht als Verriegelungsanlage, sondern nur zur Rückmeldung angewandt.



(Abb. 4 und 5) sind grundsätzlich gleich, Rummelsburg ist infolge des schon bestehenden Raumes gedrängter gebaut worden, vor allem in der Höhe waren hier Grenzen gezogen. Oberspree zeigt das typische Bild einer Eingeschoßanlage, sofern mit diesem Ausdruck eine Schaltanlage bezeichnet wird, bei der die Bedienung der Leistungs- und Trennschalter für jedes Feld zentral angeordnet ist. Aus den Querschnitten ist ferner ersichtlich, daß auf Lichtbogenschutzwände über den Sammelschienen-Trennschaltern nicht verzichtet worden ist. In Oberspree sind diese Wände nach dem Bedienungs- und Kontrollgang abgeschrägt, damit von hier aus die Sammelschienen noch im Blickfeld liegen. Aus beiden Anlagen sind Öl und Isoliermasse restlos entfernt, d. h. abgesehen von den öllosen Schaltern sind auch die Strom- und Spannungswandler in Trockenausführung hergestellt, und die Kabel schließen mit Wickelendverschlüssen ab.

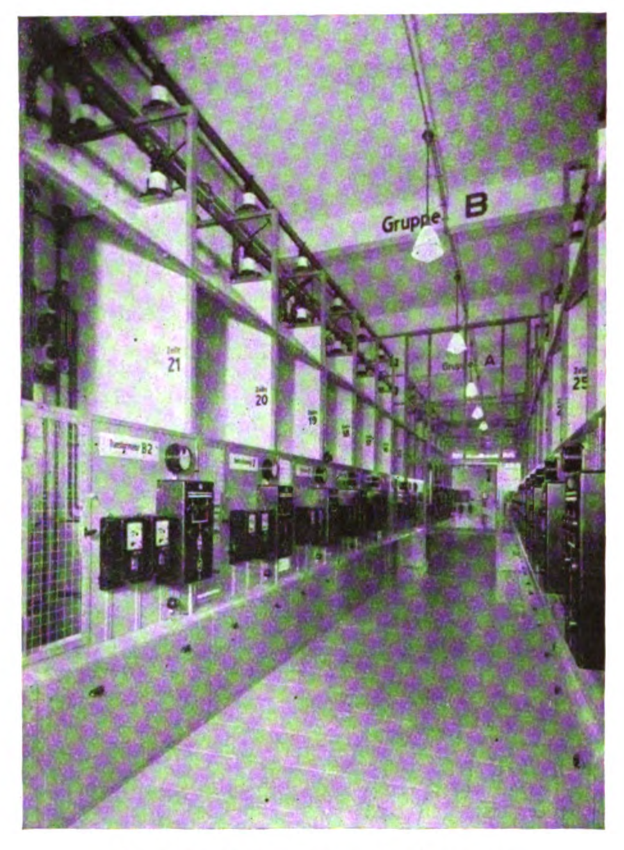


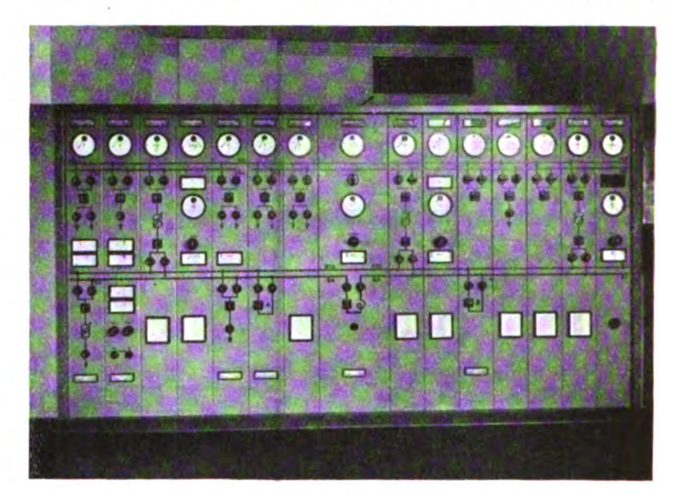
Abb. 6. 6 kV-Anlage Oberspree, Bedienungsgang.

Wie bereits erwähnt, mußte im Gegensatz zu Rummelsburg in Oberspree die Warte ganz neu errichtet werden. Es war hierdurch möglich, wesentliche Vereinfachungen gegenüber den bisherigen Ausführungsarten durchzuführen. Für das ganze Abspannwerk, bestehend aus einer 30 kV-Anlage von 11 Zellen (diese vorhandene Anlage wurde lediglich auf Druckluftantrieb umgestellt) und einer 6 kV-Anlage von 30 Zellen ist eine Schalttafel von 4 m Länge und 2,25 m Höhe vorhanden. Von dieser Tafel (Abb. 7) werden sämtliche 30 kV-Abzweige überwacht und fernbetätigt, von der 6 kV-Anlage werden nur die wichtigen Abzweige, wie Transformatoren, Sammelschienenkupplungen und Verbindungsleitungen nach größeren Verteilungswerken überwacht und fernbetätigt. Alle übrigen 6 kV-Kabelabzweige melden lediglich das Ausfallen der Leistungsschalter. Trotz der Zusammendrängung der einzelnen Elemente der Schalttafel herrscht eine gute Übersicht, es kann das gesamte Werk wie von einem großen Schaltbild aus überwacht und in seinen wichtigen Trenn- und Leistungsschaltern ferngesteuert werden. Die Instrumente unterschreiten die für Schalttafeln normale Größe nicht. Die Möglichkeit zur Verkleinerung der Schaltwarte war im wesentlichen gegeben durch die Verwendung des sogenannten Steuerquittungsschalters, der die Funktionen eines Betätigungsschalters und eines Rückmelders bei kleinstem Platzbedarf in sich vereinigt. Auch die Rückseite der Schalttafel zeigt eine übersichtliche Anordnung und klare Leitungsführung, so daß trotz des beschränkten Platzes Montagearbeiten gefahrlos vorgenommen werden können.

Eine ebenfalls auf der Warte aufgestellte Tafel mit den gleichen Hauptabmessungen enthält sämtliche Teile zur Überwachung der Transformatoren mit ihren Reglern, Felder für Erdschlußprüfung, Aufzeichnung von Spannung und Durchgangsleistung des Werkes, Messung der Eigenbedarfspannungen von 220 V Dreh- und 24 V Gleichstrom und eine Überwachung der Druckluft für die Betätigung der Schalter.

Die Gesamtwarte beansprucht einen Kleinstwert an Platz. Der Schaltwärter ist in der Lage, von dem in der Mitte des Raumes befindlichen Schreibtisch aus alle Vorgänge in der Schaltanlage und an den Transformatoren, Reglern, Kühlanlagen usw. überwachen zu können.

Der bis hierher in ihren wesentlichen Punkten beschriebenen neuen Anlage Oberspree ist baulich eine 6 kV-Verteilungsanlage angegliedert, die, aus 36 Feldern bestehend, in gußgekapselter Form ausgeführt ist. Diese Anlage ist trotz der Kapselung und kleinen Abmessungen nur mit Luft isoliert[3]). Es war hier möglich, den Raumbedarf um 57 % gegenüber einer offenen Anlage von gleicher Zellenzahl zu verkleinern. Die einzelnen Felder enthalten Doppelsammelschienen mit Trennumschaltern. Eine einfache und sinnreiche Konstruktion ermöglicht es, die Abzweige je nach Bedarf mit oder ohne Unterbrechung von der einen auf die andere Sammelschiene umzuschalten. Zu diesem Zweck besitzt der Trennschalter Doppelmesser je Phase, die entweder gleichzeitig oder zeitlich



Sammelschienensymbole: oben für 30 kV-, unten für 6 kV-Anlage
Auf den quadratischen Tafeln wird die Auslösung der 6 kV-Netzkabel gemeldet
Abb. 7. Abspannwerk Oberspree, Schalttafel.

hintereinander geschaltet werden. Es erscheint zunächst nicht folgerichtig, daß diese Anlage keine öllosen Schalter besitzt; aber es wäre durch den weitaus höheren Preis der öllosen Schalter gegenüber Ölschaltern die durch die Raumverkleinerung erzielte Ersparnis restlos wieder aufgehoben worden. Zudem sind heutige Ölschalter der Reihe 10 von 150 MVA Abschaltleistung bei den in dieser Anlage möglichen Kurzschlußbeanspruchungen als unbedingt betriebsicher zu bezeichnen. Schaltfehler werden durch sicherwirkende mechanische Verriegelungen verhindert.

Zusammenfassung.

Die letzten Jahre der Entwicklung des Schaltanlagenbaues haben, wie an Hand von ausgeführten Anlagen gezeigt wurde, einen großen Fortschritt gebracht. Vergrößert sind Sicherheit und Übersichtlichkeit, verringert die Gestehungskosten. Besonders die öllosen Schalter sind als deutsche Entwicklungsarbeit zu buchen und haben bereits eine Reihe von Auslandsaufträgen gezeitigt.

[3]) Andorff, VDE-Fachberichte 1934, S. 63.



Tauchpumpen im Tagebaubetrieb.

Von Obering. F. Hannig, Grube Ilse.

621. 34: 622. 5

Übersicht. Die selbsttätig arbeitende Tauchpumpenanlage, bestehend aus z. Z. 10 Sätzen, der Grube Ilse wird beschrieben. Die Gründe, die für die Anschaffung der Tauchpumpen maßgebend waren, werden dargelegt. Auf die Schaltung und die Wirkungsweise einer solchen Anlage wird näher eingegangen.

In Abb. 1 bezeichnet die schraffierte Fläche ein Kohlenfeld, dessen Abbau in Richtung des Pfeiles *K* erfolgt. Die über der Kohle lagernden Abraummassen werden in zwei Baggerschnitten abgebaut und (über die Bänder einer Abraumförderbrücke laufend) auf der Halde *H* abgeworfen. Das gesamte abzubauende Kohlenflöz liegt mit den angrenzenden Feldern in einem Urstromtal, welches zum überwiegenden Teil mit Talsanden und Kiesen ausgefüllt ist. In seiner ganzen Ausdehnung führt dieses Urstromtal einen vornehmlich in der Richtung seines Gefälles von Osten nach Westen fließenden gewaltigen Strom von Grundwasser, das von den jeweils abzubauenden Abraum- und Kohlenpartien ferngehalten werden muß. Mehr als 20 Mill kWh jährlich verbrauchen die untertage laufenden Wasserhaltungsmaschinen, die erforderlich sind, um den Wasserspiegel soweit abzusenken, daß sowohl der Abbau der über der Kohle lagernden Sandmassen als auch der Kohle selbst wirtschaftlich erfolgen kann.

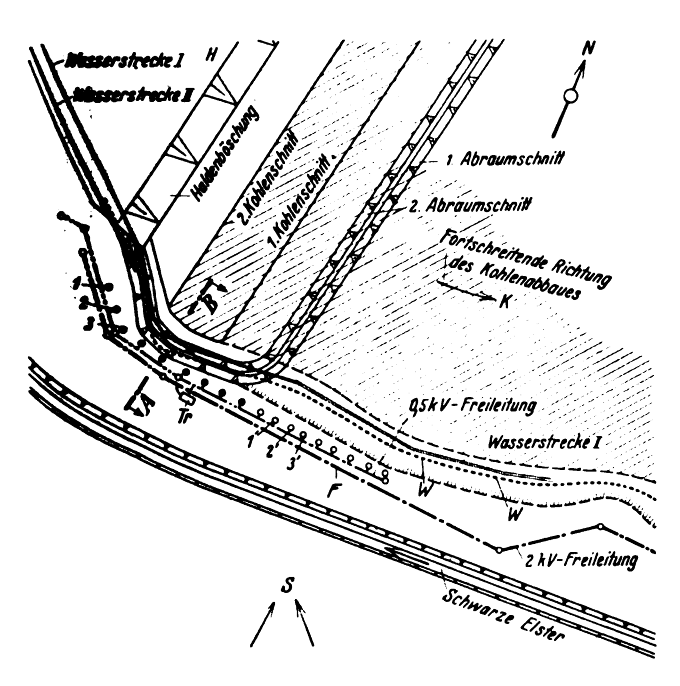


Abb. 1. Lageplan des Tagebaues.

Auch aus der Richtung *S* (Abb. 1) fließen erhebliche Wassermengen durch das Gebirge dem Tagebau zu; bis zur Inbetriebsetzung der Tauchpumpen erforderte die Fernhaltung dieses Wassers zwei Wasserstrecken über dem Liegenden des Kohlenflözes (Abb. 2). Die von oben in die Untertagestrecken einmündenden Filterrohre nehmen die aus den Talsanden einziehenden Wassermassen auf; in den Strecken selbst fließt das Wasser Pumpen zu, die es zutage und durch längere Druckleitungen zum nächsten Flußlauf fördern.

Bei *W—W* (punktierte Linie Abb. 1) grenzt das Kohlenfeld an eine Auswaschung (flözleeres Gebiet). Das Vortreiben und die Unterhaltung einer die Wasser aufnehmenden Strecke *II* (Abb. 2) innerhalb des sandigen Gebirges sind schwierig und kostspielig. Die bergmännisch übliche Art der Streckenführung im Kohlenflöz bedingt jedoch, daß an der Markscheide mit dem flözleeren Felde ein entsprechend breiter Kohlenpfeiler von der Breite *c—d* (Abb. 2) nicht abgebaut wird. Seitdem die Tauchpumpen den größten Teil der von *S* kommenden Wasser fortschaffen, ist die Strecke *II* nicht mehr erforderlich, nur noch das

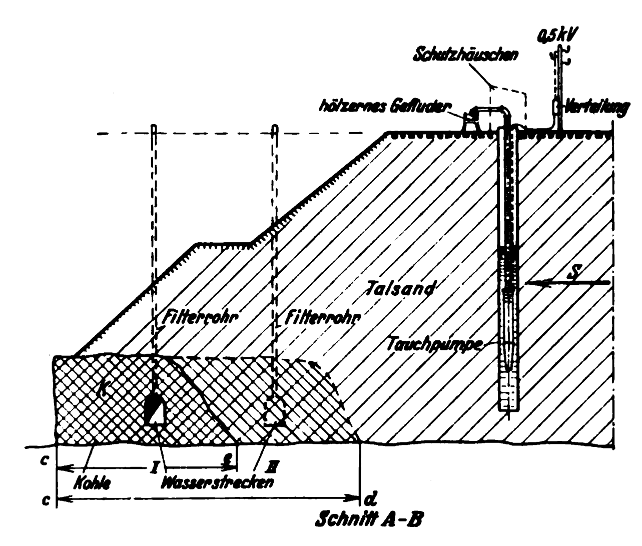


Abb. 2. Schnitt durch das Gebirge, Wasserstrecken und Tauchpumpen zeigend.

restliche Wasser wird durch die Filterrohre zur Auffangstrecke *I* (Abb. 2) geleitet. Der Kohlenpfeiler *K*, der den Gebirgsdruck aufzunehmen hat und als Sicherheitspfeiler stehen bleiben muß, kann fortab wesentlich schmaler gehalten werden (Breite *c—e*), so daß bei der großen Ausdehnung der Auswaschung erhebliche Kohlenmengen mehr der Wirtschaft zugeführt werden können.

In dem Maße, wie der Abbau der Kohle fortschreitet, werden die Pumpen von *1, 2, 3* usw. nach *1', 2', 3'* usw. versetzt. Eine 2 kV-Freileitung *F* speist die fahrbar eingerichtete Trafostation *Tr* (Abb. 3), in welcher außerdem eine Druckluftanlage untergebracht ist, die die Druckluftleitung bis zu den Ventilen der einzelnen Pumpen unter Druck hält. Die Druckluft dient dazu, Wasser von den Motorwicklungen fernzuhalten (siehe weiter unten). Die elektrische Energie wird in der fahrbaren Station von 2 kV auf eine Spannung von 0,5 kV umgespannt. Von dieser 0,5 kV-Freileitung werden die Pumpenmotoren über biegsame Kabel gespeist. Die letztere Freileitung ist in Abschnitte unterteilt, so daß sie abschnittweise verlängert und verkürzt werden kann in dem Maße, wie die Tauchpumpen ihren Standpunkt bei fortschreitendem Kohlenabbau wechseln.



Abb. 3. Fahrbare Transformatorenstation 2/0,5 kV.

Die Abb. 4 zeigt das Holzgefluder (eine offene hölzerne Wasserrinne) mit aufliegender Druckleitung; die einzelnen Pumpenausgußrohre münden in dieses Gefluder, welches

Ableitung zu der in der Nähe vorbeifließenden Schwarzen Elster hat, im Abstande von z. Z. 40 m. Jedes Pumpensteigerohr endigt in einem kleinen Holzhäuschen zum Schutze des Absperrventils und der zu Ringen aufgewickelten überschüssigen Längen an Kabeln (Motor- und Steuerleitungen) und Luftschläuchen. Die für das selbsttätige Arbeiten der Pumpen erforderlichen Schaltrelais sind in hölzernen Schutzkästen (am Mast) untergebracht.

Die Abb. 5 zeigt einen Tauchpumpensatz. Als Pumpe wird eine zweistufige Kreiselpumpe verwendet, welche mit stabiler Kennlinie arbeitet und über dem wasserdicht gekapselten Motor mit Kurzschlußläufer (14 kW, 500 V, 2900 U/min) angeordnet ist. Das Wasser tritt durch das gelochte Blech ein. Der untere, konisch zulaufende Teil ist als Hohlraum ausgebildet, in welchem zwei Schwimmer mit Quecksilberkontakten untergebracht sind, die die Druckluftzufuhr zu diesem Hohlraum, dem sogenannten Motorsumpf, regeln. Alles Sickerwasser, was durch Undichtigkeiten, durch lose gewordene Packungen usw. in den Motorsumpf gelangt, wird, wenn es eine gewisse Höhe erreicht hat, mittels Druckluft durch ein am Boden des Motorsumpfes angeordnetes Rückschlagventil herausgepreßt. Diese Druckluft wird für alle Pumpen von der eingangs erwähnten Druckluftanlage im Trafowagen geliefert. Jeder Pumpensatz kann im Rahmen der gewählten Förderhöhe in beliebiger Tiefe unter Wasser arbeiten.



Abb. 4. Abflußrinne für das geförderte Wasser.



Abb. 5. Tauchpumpensatz.

Die Schaltung eines Pumpensatzes wird durch Abb. 6 veranschaulicht. Beim selbsttätigen Betrieb wird der Pumpenmotor durch den oberen Schwimmer eingeschaltet. Durch Schließen der Kontakte K_1 kommt von R (10 V) über K_1, Z_1, R_2 ein Hilfsstrom zustande. Das Relais Z_1 zieht an, schließt die Arbeitskontakte A_1, schaltet damit das Motorschütz über die Spannungsspule Sp ein, so daß die Pumpe laufen kann. Der Wasserspiegel sinkt und der obere Schwimmer öffnet seine Kontakte K_1. Das zugehörige Relais Z_1 fällt jedoch nicht ab, weil es über die Selbsthaltekontakte S_1 eingeschaltet bleibt. Ist der Wasserspiegel soweit abgesenkt, daß der untere Schwimmer den Kontakt K_2 schließt, so spricht das zugehörige Relais an und öffnet den Ruhekontakt R_2. Hierdurch wird der Stromkreis für das Relais Z_1 des oberen Schwimmers unterbrochen, das Relais fällt ab, A_1 öffnet den Schützstromkreis, die Pumpe wird stillgesetzt und damit ein Trockenlaufen derselben vermieden. Der durch den unteren Schwimmer K_2 herbeigeführte Zustand wird durch das Aufleuchten der blauen Lampe angezeigt. Der obere sowie der untere Schwimmer hängen an Gummischlauchleitungen in dem Raum zwischen Pumpensteigerohr bzw. Pumpensatz und Mantelrohr, das in seinem oberen Teil vollwandig und im unteren Teil mit Schlitzen versehen ist. Soll die Pumpe von Hand stillgesetzt werden, so wird der Schützspulenstromkreis mit Hilfe des Drehschalters Dr unterbrochen. Das Einschalten des Motors von Hand kann auch jederzeit (solange K_2 nicht bei abgesenktem Wasserspiegel schließt) durch kurzzeitiges Drücken des Einschaltdruckknopfes erfolgen.

Selbsttätig wird auch der Motorsumpf vom eingedrungenen Sickerwasser entleert. Ist der Motorsumpf leer, bzw. das Wasser genügend weit abgesenkt, so ist K_3 geschlossen, was durch das grüne Licht angezeigt wird. Steigt das Wasser im Motorsumpf, so öffnet K_3 und das

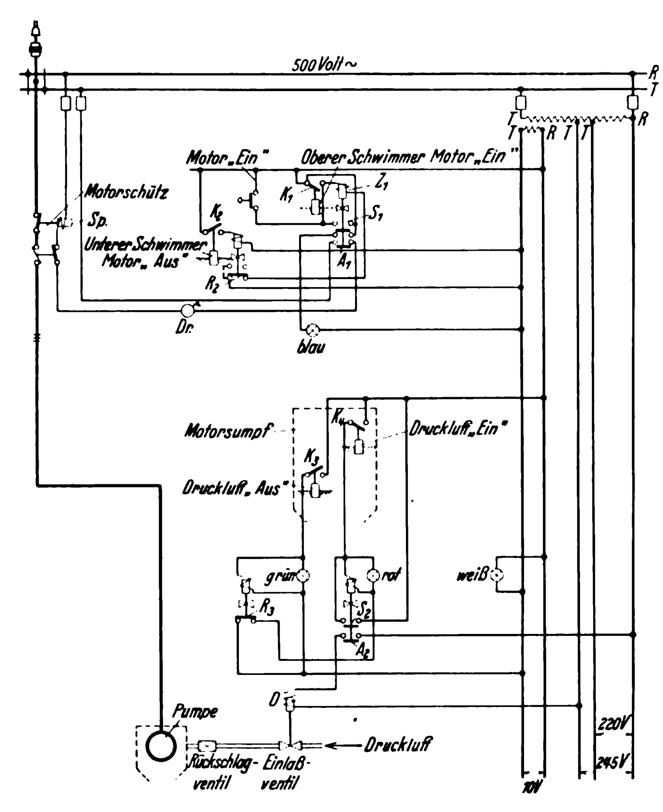


Abb. 6. Schaltung eines Tauchpumpensatzes.

grüne Licht erlischt. Sobald das Wasser den oberen Schwimmer erreicht, schließt dieser seinen Kontakt K_4, die rote Lampe leuchtet auf, das parallel hierzu liegende Relais zieht an und schließt den Arbeitskontakt A_2. Durch den hierbei über D zustande kommenden Strom wird das Druckluftventil geöffnet und das Wasser mittels Druckluft aus dem Motorsumpf herausgedrückt. Das zur roten Lampe parallel liegende Relais wird durch den Selbsthaltekontakt S_2 gehalten, so daß der obere Schwimmer seinen Kontakt K_4 bei Entleerung des Sumpfes öffnen kann. Ist das Wasser aus dem Sumpf genügend weit herausgedrückt, so schließt der untere Kontakt K_3, die grüne Lampe leuchtet auf und das parallel hierzu liegende Relais zieht an. Hierbei öffnen die Ruhekontakte R_3 und unterbrechen den Stromkreis des oberen Relais, so daß dieses abfällt, wodurch der Stromkreis für die Spule D des Druckluftventils unterbrochen wird. Gleichzeitig erlischt durch Öffnen von R_3 die rote Lampe. Die Relais K_3 und K_4 bilden somit eine Schutzvorrichtung, durch deren Arbeitsweise verhindert wird, daß Wasser in das Motorgehäuse dringt. Die mit den Relais zusammenarbeitenden Signallampen lassen auf den jeweiligen Zustand im Motorsumpf schließen. Die weiße Lampe dient als Überwachungslampe, ihr Brennen zeigt an, daß die Verteilung unter Spannung steht. Die Relais Z_1 sind als Zeitrelais ausgebildet. Die einzelnen Pumpen laufen somit in Abständen von einigen Sekunden an.

Die Förderleistung der 10 Tauchpumpen beträgt bei der derzeitigen Förderhöhe rd. 13 m³/min. Die Tauchpumpensätze haben die in ihre Arbeitsweise gesetzten Erwartungen bisher erfüllt, so daß die Anlage demnächst erweitert wird. Der Gesamtverbrauch von mehr als 20 Mill kWh



nur für die Zwecke der Wasserhaltung eines Großtagebaues im Urstromtal deutet bereits darauf hin, daß die Wasserhaltungskosten die Selbstkosten jeder geförderten Tonne Rohbraunkohle nicht unerheblich beeinflussen; sie machen im vorliegenden Falle rd. 50 % der Selbstkosten aus. Eine Senkung dieser Kosten rechtfertigt deshalb Maßnahmen der geschilderten Art, bei welchen der elektrische Teil zur Indiensthaltung und Überwachung eine besonders gute Durchbildung erfahren hat.

Zusammenfassung.

Die Tauchpumpenanlage in einem Braunkohlen-Tagebaubetrieb wurde beschrieben und dabei dargelegt, daß dieselbe einen Teil der unter Tage aufgestellten Wasserhaltungsmaschinen, die besondere kostspielige Wasserstrecken erfordern, ersetzt. Die für die Entwässerung des über der Kohle lagernden Gebirges und des Kohlenflözes selbst aufzubringenden Kosten wurden durch die Tiefpumpenanlage verringert.

Neuere Bildzerleger in der Fernsehtechnik.

Von W. Heimann, Berlin.

621. 397. 5

Übersicht. Nach Kennzeichnung der Grenzen und der Möglichkeiten der mechanischen Zerlegervorrichtungen werden rein elektrische Bildzerleger in ihren Grundzügen beschrieben.

Wenn die Entwicklung der Fernsehtechnik in Deutschland bei der Zerlegung eines Bildes in 180 Zeilen (40 000 Bildpunkte bei einem Bildformat 5 : 6) halt gemacht hat, so liegt die Ursache u. a. in grundsätzlichen Fragen, insbesondere denen der Helligkeit[1]). Bis heute ist man noch auf die optischen Zerleger, Lochscheibe oder Spiegelrad, angewiesen, bei denen mit steigender Auflösung des Bildes und damit kleiner werdendem Verhältnis von Bildpunktfläche zur Gesamtbildfläche der Lichtstrom je Bildpunkt bis zu einem Grenzwert abnimmt. Dieser Grenzwert ergibt sich durch die dem Verstärker zugeführte Nutzspannung, die größenordnungsmäßig der Störspannung der ersten Elektronenröhre des Bildverstärkers (Schroteffekt) gleichkommt. Bei den derzeitigen Lichtquellen (Bogenlampen) und den für die Umwandlung des Lichtes in elektrische Energie benutzten Hochvakuumphotozellen, deren Empfindlichkeit etwa 30 bis 40 μA/Lumen beträgt, liegt sowohl bei Filmabtastung als auch bei Personenabtastung durch den Lichtstrahl bei einer Auflösung des Bildes in 180 Zeilen, der Störpegel zum mindesten eine Größenordnung unter der Nutzspannung. Durch Anwendung besonderer Beleuchtungsmittel kann sogar bei der Filmabtastung (Kinosender) die Auflösung noch weiter gesteigert werden, ohne daß die Lichtstärke unter den oben gekennzeichneten Grenzwert sinkt. Wesentlich ungünstiger liegen die Verhältnisse bei der mechanischen Zerlegung für die Übertragung von Freilichtszenen. Bei der für einen Bildpunkt zur Verfügung stehenden Lichtmenge sinkt die an der Photozelle entstehende Nutzspannung weit unter den Störpegel.

Gerade diese Art des Fernsehens, die unmittelbare Übermittlung von Ereignissen in Bild und Ton, wird aber für die Zukunft des Fernsehens von Wichtigkeit sein. Außer dem Zwischenfilmverfahren, bei dem die Übertragung mit einer Verzögerung von 30 s (Belichten, Entwickeln, Fixieren und Abtasten eines Films) erfolgt, gibt es zwei Möglichkeiten der rein elektrischen Bildzerlegung. Die erstere besitzt als Hauptmerkmal die lichtelektrische Speicherung, und die zweite die Verstärkung mittels eines besonderen Verstärkers (Sekundärelektronenverstärker).

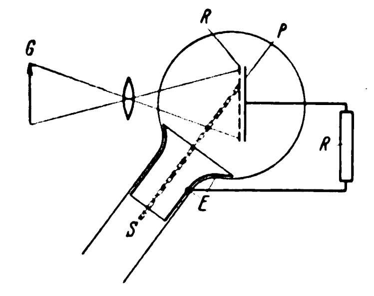


Abb. 1. Bildzerleger nach dem lichtelektrischen Speicherverfahren.

Das Speicherverfahren wurde erstmalig von Zworykin[2]) angewandt und arbeitet folgendermaßen (Abb. 1): Der zu sendende Gegenstand G wird auf einem Raster R einer Vielzahl lichtelektrischer Zellen abgebildet. Wird dafür gesorgt, daß die mikroskopisch kleinen Photozellen möglichst gut voneinander isoliert sind, so werden sich die einzelnen Rasterelemente entsprechend dem einfallenden Licht mehr oder weniger positiv aufladen. Parallel der Photozellenfläche ist eine Metallplatte P angeordnet, so daß jedes Photozellenelement mit dieser Platte einen Kondensator bildet. Ein Elektronenstrahl S im gleichen Rohr, der über das Raster R bewegt wird, führt die positive Ladung von jedem Element weg und bedingt auf diese Weise wechselnde kapazitive Ströme von R über den Elektronenstrahl nach der Auffangelektrode E zurück nach P. Die Bewegung des Elektronenstrahls erfolgt durch quer zur Strahlrichtung angeordnete Ablenkspulen, in denen zeitproportionale Ströme fließen. Erst nach jedem Bildwechsel wird das gleiche Rasterelement vom Kathodenstrahl getroffen, die Kondensatoren vermögen also während $^1/_{25}$ s die durch die austretenden Elektronen freiwerdende positive Ladung aufzuspeichern. Es ist einleuchtend, daß, gleiche Empfindlichkeit der Photozellen beim mechanischen und elektrischen Zerleger vorausgesetzt, der theoretische Wirkungsgrad beim elektrischen Zerleger um den Faktor der Bildpunktzahl größer als beim mechanischen Zerleger wird. Die Arbeitsweise wird nach den Mitteilungen von Zworykin an Hand der Abb. 2 veranschaulicht. Bei ver-

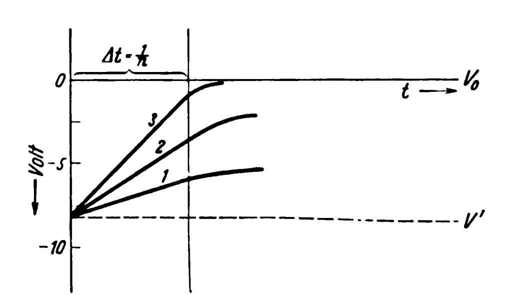


Abb. 2. Ladungsverlauf während eines Abtastintervalls.

dunkelter Röhre wird sich beim Auftreffen des Elektronenstrahls auf die lichtelektrische Rasterfläche infolge von Sekundärelektronenemission der Alkalischicht einerseits und der mitgeführten negativen Ladung anderseits ein Gleichgewichtspotential V' einstellen, das etwa 8 V unter dem Potential V_0 der Metallplatte P (Abb. 1) liegt. Wird nun die Rasterfläche beleuchtet, so steigt entsprechend der Belichtung das Potential der einzelnen Rasterelemente an, bei schwacher Beleuchtung nach Kurve *1* (Abb. 2), bei starker Beleuchtung nach Kurve *3*. Bedingung ist es aber, daß der geradlinige Potentialanstieg noch innerhalb der Abtastzeit, d. h. $\Delta t = 1/n = 1/25$ s liegt. Gegebenenfalls muß also die Belichtungszeit unter die Bilddauer $1/n$ herabgesetzt werden. Der in seinen Grundzügen beschriebene Zerleger, von Zworykin Ikonoskop genannt, bildet zusammen mit der Abbildungsoptik ein tragbares Gerät, das nur noch einen dreistufigen Verstärker enthält (Abb. 3)[3]). Von diesem Gerät aus führt ein besonderes Kabel nach dem Hauptverstärker und Sender. Die für die Ablenkung erforderlichen Ströme werden ebenfalls über ein Sonderkabel dem Aufnahmegerät zugeführt. Hiermit ist ein Fernseher geschaffen, der Freilichtübertragungen ohne zeitliche Ver-

[1]) R. Möller, Fernsehen und Tonfilm, 3 (1932) S. 29.
[2]) V. K. Zworykin, J. Instn. electr. Engr. 73 (1933) S. 437
[3]) Proc. Inst. Radio Engr. 22 (1934) S. 16.



zögerung und bei ganz normalen Lichtverhältnissen, wie sie für eine photographische Aufnahme gegeben sind, gestattet.

Das zweite Verfahren wurde von P. T. Farnsworth[4]) angegeben und auch bereits in einem Fernseher verwirklicht. Dieses Aufnahmegerät kann man in zwei Hauptteile unterteilen, den eigentlichen Bildzerleger und den Elektro-

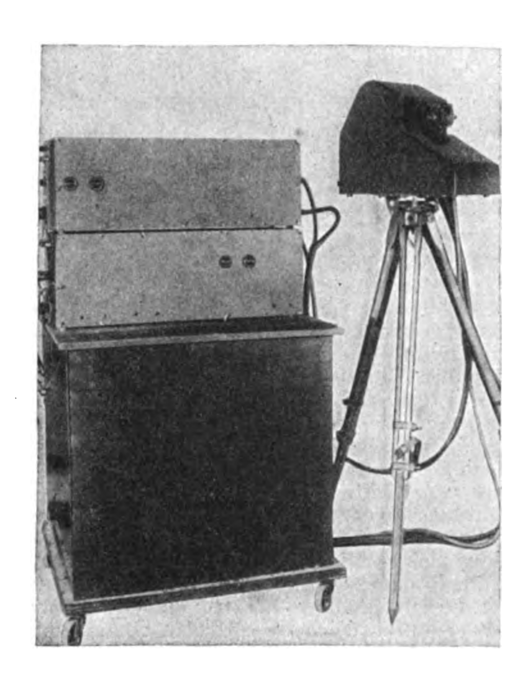


Abb. 3. Bildzerleger in tragbarer Ausführung (nach Zworykin).

nenvervielfacher. Die Wirkungsweise des Bildzerlegers geht aus Abb. 4 hervor. Der Übersichtlichkeit halber sind die einzelnen Teile auseinandergezogen. Der zu sendende Gegenstand G wird mittels einer Linse auf der Fläche F, auf der sich eine lichtempfindliche Schicht C (z. B. Cäsiumoxyd — Cäsium) befindet, abgebildet. Im Gegensatz zum ersten Verfahren der Bildzerlegung handelt es sich hier um eine homogene Schicht auf einer durchsichtigen Silberunterlage. Die aus der Schicht (Kathode) ausgelösten Photoelektronen werden durch die Anode A_1, die die Form eines Metallbelages an der Innenwand des sonst aus Glas bestehenden Rohres hat, beschleunigt und in ihrer Bahn durch das Feld einer Magnetspule M_1 beeinflußt. Durch diese Magnetspule (Elektronenlinse) wird auf der Metallplatte P_1 ein „scharfes elektrisches Bild" der beleuchteten Kathode K abgebildet. Trägt man zur Kontrolle der Abbildungsgüte auf der Platte P_1 einen fluoreszierenden Körper auf, so kann man dort ein getreues Abbild der beleuchteten Kathode sehen[5]). Die Umwandlung des Lichtbildes in ein

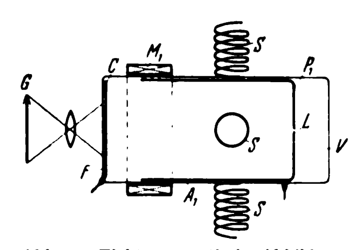


Abb. 4. Elektronenoptische Abbildung und Rasterung des Senderbildes.

Elektronenbild ermöglicht es nunmehr, das Senderbild trägheitslos in einzelne Rasterpunkte aufzulösen. Das gesamte Elektronenbündel wird durch zeitproportional verlaufende Ströme in den Spulen S bewegt. Befindet sich in der Platte P_1 ein Loch L, dessen Größe durch Zeilenzahl und Größe der Ablenkung gegeben ist, so werden auf diese Weise Elektronen eines jeden Rasterpunktes des Senderbildes ausgesiebt und in einer Verstärkungskammer V aufgefangen. Diese in die Verstärkungskammer gelangende, mit der Helligkeit des Rasterelements wechselnde Elektronenmenge, ist bei Belichtung der Kathode z. B. mit Tageslicht außerordentlich klein. Eine überschlagsmäßige Berechnung ergibt einige hundert Elektronen. Die sich hieraus ergebenden Strom- und Spannungsschwankungen liegen daher weit unter den statistischen Schwankungen in der Glühemission einer Verstärkerröhre. Hier wird ein Kunstgriff angewandt, der für diesen Bildsender kennzeichnend ist. Beim Auftreffen von Elektronen von einigen hundert Volt Geschwindigkeit auf eine Alkalimetallschicht werden je Elektron etwa 4 bis 8 Sekundärelektronen ausgelöst. Dieser Vorgang wird mehrere Male wiederholt, so daß leicht eine mehrtausendfache Verstärkung erzielt wird. In der Abb. 5 ist ein solcher Verstärker, der unmittelbar an die Platte P_1 mit dem Loch L anschließt, schematisch wiedergegeben. Auf die Metallplatten P_1 und P_2 ist eine dünne Alkalischicht auf den einander zugekehrten Flächen aufgebracht. Elektronen, die durch L hindurchgetreten sind, erzeugen auf P_2 Sekundärelektronen. Diese werden durch die Anode A_2 beschleunigt, dabei aber durch das Magnetfeld der Spule M_2 zusammengehalten, so daß das Elektronenbündel auf P_1 ein Mehrfaches an weiteren Sekundärelektronen erzeugt. Der Vorgang wird durch eine Wechselspannung sehr hoher Frequenz (6 m-Welle) zwischen den Platten P_1, P_2 und A_2 über mehrere Wechsel aufrecht erhalten. Eine Begrenzung des Stromes erfolgt erst durch geeignete Stärke des Magnetfeldes, indem die Elektronen so gelenkt werden, daß sie nach mehreren Wechseln auf der Anode enden. Erst nach dieser Elektronenvervielfachung geschieht eine weitere Verstärkung in einem normalen Verstärker. Nach den vorliegenden Mitteilungen soll es möglich sein, Sendungen auch bei gedämpftem Tageslicht auszuführen.

Abb. 5. Verstärker mittels Sekundärelektronen.

Zusammenfassung.

Es wurde darauf hingewiesen, daß unter Anwendung der mechanischen Bildzerlegung sich bei den heute zur Verfügung stehenden Photozellen (Empfindlichkeit etwa 30 μA/Lumen) allein Filmübertragung und unmittelbare Personenabtastung im Lichtstrahlabtastsender durchführen läßt. Die Aufgabe der unmittelbaren Freilichtübertragung wird durch Verwendung rein elektrischer Bildzerleger gelöst. Es werden die zur Zeit bekannten Verfahren nach Zworykin und nach Farnsworth in ihren Grundzügen beschrieben. Im ersten Fall handelt es sich um das Verfahren der lichtelektrischen Speicherung und Abtastung durch einen Elektronenstrahl, im zweiten Fall um die Rasterung eines Elektronenbildes und Sonderverstärkung mittels Elektronenvervielfachers.

[4]) P. T. Farnsworth, J. Franklin-Inst. 218 (1934) S. 411. A. H. Brolly, Electr. Engng. 53 (1934) S. 1153.

[5]) W. Heimann, Elektr. Nachr.-Techn. 12 (1935) S. 68. W. Schaffernicht, Z. Physik 93 (1935) S. 762. W. Kluge, Z. Physik 93 (1935) S. 789.

RUNDSCHAU.

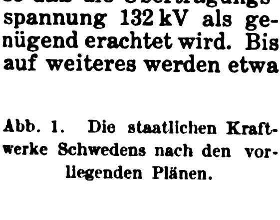
Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 311 (485) **Die staatlichen Kraftwerke Schwedens.** — Nachdem der 1929 vorgelegte 5-Jahresplan fast vollendet ist, wurde die weitere Entwicklung der staatlichen Kraftwerke in den nächsten 5 bis 10 Jahren als eine Aufgabe der Kupplung sämtlicher Staatskraftwerke unter Entwicklung des bisherigen Parallelbetriebes mit kommunalen und privaten Kraftwerken aufgestellt. Nach den Mitteilungen von Borgquist sollen zunächst die drei nordschwedischen Kraftwerke (vgl. Zahlentafel 1) unter

Zahlentafel 1.

	Höchstleistung kW	Jahreserzeugung Mill kWh
Porjus	73 000	500
Norrfors	26 000	200
Sillre	7 500	
Insgesamt	105 000	700

sich verbunden werden, und zwar indem von Boden bis Nyland eine 132 kV-Fernleitung gebaut und die vorhandene Fernleitung Nyland—Stadsforsen auf 132 kV umgebaut wird, damit eine Stammleitung Porjus—Stadsforsen entsteht (Abb. 1). Die neue Leitung wird mit Portalmasten aus Holz und verzinkten Eisentraversen ohne Erdseil, mit Holzisolation in den Verankerungen, ausgeführt. Die Anlage Porjus erhält in den nächsten Jahren im wasserbaulichen Teil einen zweiten Ablaßtunnel, wodurch die Höchstleistung auf Grund herabgesetzter Gefälleverluste auf etwa 80 000 kW gesteigert wird. Außerdem soll, wie bereits berichtet[1]), Sillre, eine zweite 7500-kW-Einheit bekommen. Nach Herstellung der 600 km langen Stammleitung Porjus—Stadsforsen und Speisung derselben mit 55 000 kW aus Porjus und Sillre betragen die Leistungsverluste, wenn die Gesamtleistung nördlich des Indalsälvflusses verbraucht wird, rund 6 %, so daß die Übertragungsspannung 132 kV als genügend erachtet wird. Bis auf weiteres werden etwa



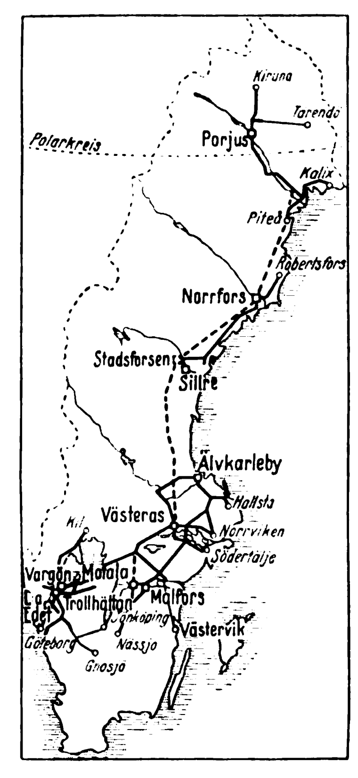


Abb. 1. Die staatlichen Kraftwerke Schwedens nach den vorliegenden Plänen.

200 Mill kWh aus diesem Netz zur Übertragung nach anderen Landesteilen verfügbar. Als Empfänger käme hierfür das mittelschwedische Netz in Frage. Nach Erweiterung der Kesselanlage in Västerås erhöht sich die Höchstleistung des Dampfkraftwerkes auf 110 000 kW. Das Wasserkraftwerk Malfors dürfte gegen Ende 1935 in Betrieb kommen. Die Leistung des mittelschwedischen Netzes setzt sich wie folgt zusammen:

Trollhättan, Lilla Edet, Vargön	173 000 kW
Älvkarleby	67 000 „
Motala, Malfors	32 000 „
Västerås	110 000 „
Insgesamt	382 000 kW

[1]) Siehe ETZ 1935, S. 543.

Bei 60 Mill kWh aus Wärme erzeugte, wird Mittelschweden in gewöhnlichen Jahren rund 1850 Mill kWh erzeugen. In trockenen Jahren geht dieser Betrag bei Erhöhung der Abgabe der Wärmekraftwerke auf 300 Mill kWh um etwa 100 Mill kWh zurück. Der Verbrauch von Mittelschweden im Jahre 1934 wird auf rund 1500 Mill kWh geschätzt, so daß noch ein Erzeugungsüberschuß vorhanden ist, der aller Voraussicht nach bis zum nächsten Jahrzehnt ausreichen dürfte, es sei denn, daß Wassermangel oder fortgesetzte Bahnelektrisierung vorzeitig eine erhöhte Erzeugerleistung erforderlich machen.

Durch eine Regelung des Vänern-Sees ließe sich der Kraftmangel bei trockenen Jahren beheben. Da dies jedoch voraussichtlich erst gegen Ende des Jahrzehntes durchgeführt wird, müssen andere Maßnahmen ergriffen werden. In Frage käme ein Ausbau des Dampfkraftwerkes Västerås mit einer weiteren Einheit von 60 000 kW, die allerdings nach der Vänern-Regelung schlecht ausgenutzt wird. Der Staat hat im unteren Nordschweden beträchtliche unausgenutzte Gefälle, die nach dem mittelschwedischen Netz zusammen mit der Überschußleistung aus Porjus übertragen werden können. Die Pläne sehen deshalb eine weitere Stammleitung für vorläufig 132 kV, Stadsforsen—Västerås, vor. Diese Übertragungsspannung reicht aber nur kurze Zeit aus, so daß wohl vor 1950 eine neue Leitung von mindestens 220 kV gebaut werden muß. Durch den sofortigen Bau einer 220-kV-Übertragung ließe sich der zweite Ausbau um etwa 6 Jahre aufschieben. Die Gesamtkosten werden jedoch geringer, wenn zunächst die 132-kV-Leitung mit Holzmasten zur Ausführung kommt.

Im unteren Nordschweden besitzt der Staat im Indalsälvfluß noch die Stufe Stadsforsen mit 24 m Nutzgefälle und die sogenannten Östersåsgefälle von ebenfalls 24 m. Zusammen können hier 1000 Mill kWh im Jahre gewonnen werden. Die erste Ausbaumöglichkeit von Stadsforsen wird auf 55 000 kW geschätzt. Dieser Ausbau soll nun vorbereitet werden, damit die Anlage, falls ein erhöhter Kraftbedarf entsteht, zwei bis drei Jahre später betriebsfertig sein kann. Auf diese Weise kann der voraussichtlichen Entwicklung der nächsten 10 Jahre mit mäßiger Kapitalfestlegung und möglichst geringer Beanspruchung der Dampfkraftanlagen Rechnung getragen werden. [Borgquist, Era BS 7 (1934) S. 147.]
Hldn.

621. 311. 21. 07 **Selbsttätiges Wasserkraftwerk in Mähren.** — Das Wasserwerk Traunitzmühle der Stadtgemeinde Znaim hat eine vollselbsttätige Wasserkraftanlage erhalten, bei welcher keinerlei Bedienungspersonal mehr benötigt wird. Die Anlage hat eine Stärke von 1500 PS und setzt sich von selbst in Betrieb, sobald in dem 4 km entfernten alten Kraftwerk der dreipolige Schalter der zu dem neuen Wasserwerk führenden Leitung geschlossen wird. Beim Öffnen desselben Schalters stellt sich die Maschine wieder selbsttätig ab. Das Einlaufschütz wird durch einen Drehstrommotor hochgehoben und durch einen Elektromagnet verriegelt. Wird dieser stromlos, so schließt sich das Schütz durch seine eigene Schwere. Bei Kurzschlüssen wird zunächst der Überstrom durch Untererregen der Maschine auf ein ungefährliches Maß begrenzt, so daß die der Störung zunächstliegenden Schütze Zeit finden, abzuschalten. Bei stärkeren Störungen setzt sich die Anlage still, worauf sie sofort „probeweise" wieder anläuft. Hat sich die Anlage wegen eines in ihr aufgetretenen Fehlers stillgesetzt, so läuft sie nicht mehr von selbst an, sondern muß von Hand wieder entriegelt werden. Auf einer Fallklappentafel ist ersichtlich, wo die Störung liegt. Überwacht wird durch ein Rückstromrelais (etwaige Generatorschäden) Höchststromrelais (gegen Durchgehen), Temperaturkontakte in den wichtigsten Lagern, ferner wird der Ölstand für den Hilfsmotor sowie eine ganze Reihe von Hilfskreisen ständig „beaufsichtigt". Im Raumbedarf erfordert die Schaltung drei Schalttafelfelder anstatt der sonst notwendig gewordenen zwei Felder, ist also nur unwesentlich größer als eine handbediente

Anlage. Die Anlage ist bereits seit zwei Jahren ohne jede Störung in Betrieb. [P i c h e, Elektrotechn. u. Maschinenb. 53 (1935) S. 169.] *Kur.*

Leitungen.

621. 315. 21: 621. 317. 33 **Widerstände von Dreileiterkabeln.** — An Dreileiterkabeln dreier verschiedener Bauarten und zahlreicher Leiterstärken wurden an Prüfstücken von mehreren Meter Länge im normal getrockneten und getränkten Zustande der ohmsche und der induktive Widerstand ermittelt, um den Einfluß der Bauart, des Kabelabstandes, der Hautwirkung usw. festzustellen. Die Versuche erstreckten sich auf folgende drei Kabeltypen mit Rund- und Sektorleitern: 1. Kabel mit Gürtelisolation, 2. abgeschirmte Kabel mit Umwicklung aus magnetischem Stahlband, 3. abgeschirmte Kabel mit Umwicklung aus nicht magnetisierbaren Stoffen, wie Kupfer, Textilstoff, Papier. Sämtliche Kabel hatten einen Bleimantel.

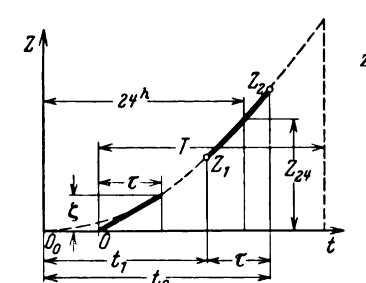
In Abhängigkeit vom Belastungstrom verlaufen für die „nicht magnetischen" Kabel die Kurven für den ohmschen Widerstand bei Gleich- und Wechselstrom sowie für den induktiven Widerstand stets als nahezu gerade Linien parallel zur Abszissenachse. Bei stahlbandbewehrten Kabeln macht sich der Einfluß des ferromagnetischen Stoffs geltend. Bei ihnen wurden um 10 bis 20 % höhere Scheinwiderstände festgestellt als beim Gürtelkabel; nicht magnetische Bänder erhöhten den Scheinwiderstand um etwa 2 bis 4 %. Messungen mit Strömen zwischen 20 und 62,5 Hz zeigten, daß eine lineare Abhängigkeit des Scheinwiderstandes und induktiven Widerstandes von der Frequenz besteht. Der Einfluß benachbarter Kabel machte sich erst bemerkbar, wenn die Kabelachsen nur etwa 9 cm oder weniger gegenseitigen Abstand hatten; bei etwa 15 cm Abstand spielte dieser Einfluß überhaupt keine Rolle.

Es fanden auch Untersuchungen betreffs der Wirkung der bei Kurzschlüssen auftretenden mechanischen Beanspruchungen der Bandbewicklungen statt; merkbare Verlagerungen der Kabelleiter ließen sich jedoch nicht feststellen, sogar auch dann nicht, wenn der Bleimantel fehlte. Weitere Untersuchungen erstreckten sich auf das Parallelarbeiten von Kabeln; sie lieferten Werte für den Spannungsabfall je Längeneinheit für die verschiedenen Kabeltypen, so daß hiernach die Wahl der zu einem vorhandenen Kabel unter dem Gesichtspunkt der gleichmäßigen Lastverteilung ohne Schwierigkeiten parallelzuschaltenden Kabel getroffen werden kann.

Eingehend wurde auch die Verteilung der Gesamtverluste in ihre Komponenten (Hautwirkung, Stromwärme in den Leitern, Verluste im Bleimantel, in der Abschirmung, in den Metallbändern usw.) untersucht. Das Hauptergebnis liegt in der Feststellung, daß bei kleinen Leiterstärken die gemessenen Bleimantelverluste etwa 3- bis 4mal so groß sind als die berechneten Verluste, welche von dem Nebeneinanderliegen der Kabel herrühren, bei großen Leiterstärken sind sie etwa gleich. Die Hautwirkungsverluste betragen rd. 80 % der letztgenannten Verluste. Betreffs weiterer Einzelheiten muß bei der Fülle der in der Originalarbeit mitgeteilten Zahlenwerte auf diese verwiesen werden. [E. H. S a l t e r, G. B. S h a n k l i n, R. J. W i s e m a n, Electr. Engng. 53 (1934) S. 1581.] *Eg.*

621. 315. 17: 551. 56 **Vorausbestimmung von Rauhreifgebieten nach der geobotanischen Karte**[1]**.** — Die Pflanzendecke eines bestimmten Gebietes ist von einer Reihe von Umständen abhängig, die in erster Linie gekennzeichnet sind durch das Licht, die Wärme, das Wasser und die Eigenschaften des Bodens. Die ersten drei Bedingungen kennzeichnen das Klima, dessen Einfluß auf den Pflanzenwuchs wiederum von der Bodenbeschaffenheit, der vierten Bedingung, abhängig ist. Die wissenschaftliche Erforschung dieser Zusammenhänge lehrt die Geobotanik. Für die Ermittelung von Rauhreifgebieten, deren Kenntnis bei der Planung von Freileitungsbauten von Wichtigkeit ist, sowie zur Feststellung ihrer Ausdehnung und Begrenzung kann nun in mitteleuropäischen Mittelgebirgen die Geobotanik mit gutem Erfolge herangezogen werden. Ebenso wie die Flora ist die Rauhreifbildung im wesentlichen vom Klima abhängig. Eine Florakarte ermöglicht daher durch Vergleich der Pflanzengesellschaften in bekannten Rauhreifzonen mit dem Bewuchs in unbekanntem Gelände die Vorausbestimmung, ob und in welchem etwaigen Umfange Eislasten zu erwarten sein werden.

An Hand einer Karte zeigt E. W a l d die Übereinstimmung dieser Überlegung mit tatsächlichen Erfahrungen und Beobachtungsergebnissen. Die Florakarte ist aber nur ein Teil der klimatischen Kennzeichnung einer Gegend. Sie kann daher, wenn auch die Vermutung ausgesprochen wird, daß gleiche Vegetationsgebiete gleiche Eislasten aufweisen, noch nicht allein zur Beurteilung der Rauhreifanfälligkeit herangezogen werden. Trotz gleicher Flora können Unterschiede in der Sommer- und Winterwitterung bestehen. Auch spielen die topographischen und geomorphologischen Verhältnisse nicht nur des zu betrachtenden Gebietes, sondern auch seiner weiteren Umgebung eine wesentliche Rolle. Deshalb wird darauf hingewiesen, die geobotanischen Karten sehr vorsichtig anzuwenden und im wesentlichen als eine Ergänzung der sonstigen Unterlagen zu betrachten, die ja nach den gegebenen Verhältnissen möglichst umfangreich zu sammeln und zu verwerten sind. Sehr beachtenswert sind u. a. hierbei die Arbeiten der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen über Eislasten und das von dieser herausgegebene „Merkblatt"[2]).



Z Eislast in g/m
Z_1, Z_2 theoretische Eislast am Anfang und Ende einer Messung
Z_{24} „spez. Eislast"
τ Beobachtungszeit
T wirkliche Zeit, während welcher ein Leiter der Eislastbildung ununterbrochen ausgesetzt wird.
ζ Grundlast

Abb. 2. Wachstumkurve der Eislast.

In einem Anhang wird über Messungen zur größenordnungsmäßigen Bestimmung von Eislasten und deren rechnerischen Auswertung zur zahlenmäßigen Vorausbestimmung berichtet. Aus den Beobachtungswerten wird die Wachstumskurve $Z = k \cdot t^2$ (A b b. 2) abgeleitet, wobei Z das Behanggewicht in g/m, t die Zeit in Stunden und k eine Konstante ist, die für die jeweiligen örtlichen Verhältnisse durch Vorversuch zu bestimmen ist. Nach dieser Formel besteht eine quadratische Abhängigkeit des Eislastgewichtes von der Zeit (Lawinengesetz), und zwar, wie Versuche gezeigt haben, nicht nur bei rundem Ansatz, sondern mit genügender Genauigkeit auch bei einseitiger Fahnenbildung. Als „spezifische Eislast" eines Rauhreifgebietes wird diejenige Zusatzlast bezeichnet, die sich als Behang innerhalb 24 h unter der in dem betreffenden Gebiet regelmäßigen Rauhreifwitterung bei gleichbleibender Eislastbildung absetzt. Dieser Begriff ermöglicht den gegenseitigen Vergleich verschiedener Rauhreifgebiete.

Aus der Feststellung der Zeitabhängigkeit, d. i. der Konstante für die Wachstumskurve, ist es anderseits möglich, für rauhreifgefährdete Leitungen beim Einsetzen des Rauhreifwetters den Zeitpunkt vorauszuberechnen, an dem die „Grenzlast", d. i. die Zusatzlast, welche den betreffenden Leiter bis zur Dauerfestigkeit beansprucht, erreicht wird, so daß gegebenenfalls rechtzeitig Maßnahmen gegen diesen gefährlichen Belastungszustand ergriffen werden können, wie Abheizen, Abschlagen und dergl. [E. W a l d, Elektrotechn. u. Maschinenb. 52 (1934) S. 193.] *Kd.*

Elektromaschinenbau.

621. 314. 21. 016. 34 **Einfluß der Überlastungen auf die Lebensdauer von Transformatoren.** — Alle Isolationsmaterialien verschlechtern sich mit der Zeit, und zwar um so rascher, je höher die Temperatur ist. Versuche ergaben, daß die Lebensdauer der Isolation bei einer Steigerung der Dauertemperatur um 8 °C jeweils auf die Hälfte abnimmt. Die Versuche wurden an den verschiedensten Isolierstoffen unter Öl vorgenommen und erstreckten sich bei einer Temperatur von 90 °C bis auf fünf Jahre, bei höheren Temperaturen auf entsprechend kürzere Zei-

[1]) Siehe auch E. W a l d, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 23 (1932) S. 683 u. 24 (1933) S. 651.

[2]) Elektr.-Wirtsch. 26 (1927) S. 91.

ten. Die Ergebnisse sind in Abb. 3 dargestellt. Hiernach beträgt die Lebensdauer eines Transformators bei einer konstanten Temperatur des heißesten Punktes von 105 ° C nur 1,3 Jahre. Auf den ersten Blick scheint diese Zeit unwahrscheinlich kurz zu sein, da bei einer Raumtemperatur von 40 ° C, einer mittleren Übertemperatur des Kupfers

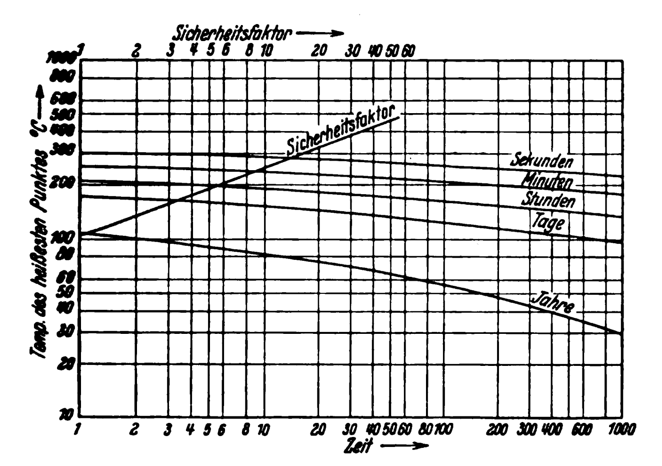


Abb. 3. Lebensdauer der Transformator-Isolation.

von 55 ° C (AIEE) und einer Spanne von 10 ° C zwischen der mittleren und der höchsten Cu-Temperatur bei Dauervollast 105 ° C an der heißesten Stelle tatsächlich erreicht werden. Der scheinbare Widerspruch klärt sich dadurch auf, daß weder die Raumtemperatur dauernd 40 ° C, noch die Belastung konstant 100 % beträgt. Abb. 4 zeigt die

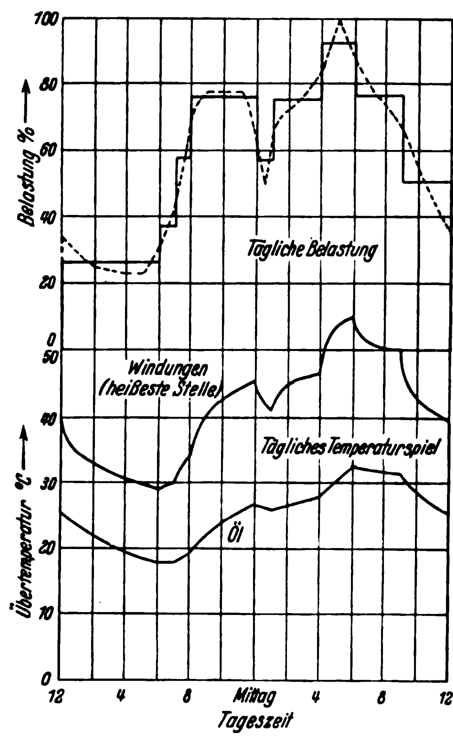


Abb. 4. Belastungs- und Temperaturspiel eines Netztransformators.

typische Belastungskurve eines Transformators mit den zugehörigen Übertemperaturkurven für das Öl und das Kupfer. Unter Zugrundelegung der mittleren Lufttemperatur von Pittsburgh errechnet sich hierfür nach Abb. 3 eine Lebensdauer von 47 Jahren. Bei einer um 8 ° C höheren Lufttemperatur beträgt die Lebensdauer noch immer 23 Jahre. Die Kurven in Abb. 1 sind für konstante Dauertemperaturen aufgestellt. Bei schwankenden Temperaturen läßt sich für jedes Stück der Temperaturzeitkurve der prozentuale Lebensverlust des Transformators aus dem Verhältnis dieses Zeitabschnittes zu der zugeordneten Lebensdauer leicht bestimmen. Um im Bereich der höheren Temperaturen eine genügende Sicherheit zu erzielen, ist mit einem Faktor zu multiplizieren, der, in Abb. 3 eingezeichnet, bei 105 ° C 1 beträgt und bei 250 ° C auf 10 steigt. Danach ergibt sich beispielsweise bei einer Erwärmung des heißesten Punktes auf 150 ° C, der einer Lebensdauer von 240 h und einem Sicherheitsfaktor von 2,6 entspricht, nach vierstündigem Betrieb ein Lebensverlust von $100 \frac{4}{240} 2{,}6 = 4{,}3\,\%$. Die in dieser Weise berechneten Werte des prozentualen Lebensverlustes sind in der Originalarbeit für einen selbstkühlenden Öltransformator bei kurzzeitigen Belastungen mit 125 bis 2000 % der Nennleistung im Anschluß an Vollast und Halblast und für Raumtemperaturen von 0 bis 40 ° C tabellarisch zusammengestellt. Weiterhin sind graphische Verfahren zur Bestimmung des Temperaturzeitverlaufes angegeben, in denen berücksichtigt wird, daß die Ölübertemperatur der 0,8ten Potenz der Verluste proportional ist. [L. C. Nichols, Electr. Engng. 53 (1934) S. 1616.] *R. K.*

621. 313. 3. 018. 6 **Freie und erzwungene Schwingungen eines Drehstromgenerators.** — Es werden die freien und die erzwungenen Pendelungen mäßiger Amplitude bei einem Drehstromgenerator, der an einem sehr großen Netz liegt, betrachtet. Bei mangelnder Dämpfung und Resonanznähe zwischen der Eigenfrequenz und einer aufgedrückten Frequenz (herrührend z. B. von Kolbenmaschinen) können anfänglich kleine Schwingungen gefährlich werden. Die allgemein bekannte Lösung der Differentialgleichung eines einfachen elektrischen Schwingungskreises läßt sich sinngemäß auf den Drehstromgenerator übertragen. Hierzu ist die Kenntnis der Maschinenkonstanten, insbesondere der für die synchronisierende Kraft ausschlaggebenden Querfeldreaktanz, erforderlich. Im Anschluß an frühere Veröffentlichungen[1]) werden die Formeln für die relative Querfeldspannung großer Maschinen angegeben:

$$\frac{I X_q}{U} = \varepsilon_q = \frac{2\sqrt{2}}{5} f_w \frac{\tau}{\delta_0} \frac{A}{B}$$

(Turbo bei pendelfreiem Lauf)

$$\frac{I X_q}{U} = \varepsilon_q = \frac{8\sqrt{2}}{15\pi} f_w \frac{\tau}{\delta_0} \frac{A}{B}$$

(Schenkelpolmaschine)

wobei f_w den Wicklungsfaktor (bei gewöhnlicher Wicklung $= 3/\pi$), τ die Polteilung, δ_0 den Luftspalt unter Polmitte einschl. Zuschlag für Eisenweg, A den Strombelag, B die Grundwelle der Luftspaltinduktion bedeutet. Bezeichnet N_N die Nennleistung, ε_s die relative Ständerstreuspannung und φ die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung, so ist die synchronisierende Leistung

$$N_s = N_N \left(\frac{1}{\varepsilon_s + \varepsilon_q} + \sin \varphi_{\mathrm{ind}} \right).$$

Bei Turbos ist für ε_q etwa derselbe Wert wie bei Schenkelpolmaschinen einzusetzen, da das wirksame ε_q beim Pendeln durch die dämpfende Wirkung des massiven Rotors wesentlich vermindert wird (nicht „increased"). Ist keine eingeprägte Kraft vorhanden, so kann die Drehstrommaschine freie Schwingungen nach Gl.

$$\frac{d^2\vartheta}{dt^2} + \varrho \frac{d\vartheta}{dt} + \nu^2 \vartheta = 0$$

ausführen, wobei ϑ den Pendelwinkel, ϱ die Dämpfungsziffer und

$$\nu = \sqrt{\frac{N_s\, \omega_{\mathrm{el}}}{2 \cdot (\text{kinet. Energie})}}$$

die Eigenfrequenz (in 2π sek) bei $\varrho = 0$ bedeutet. Entsprechend dem elektrischen Ersatzkreis ergibt sich, daß die Schwingung bei $\nu^2 > (\varrho/2)^2$ periodisch ist. Ihre Eigenfrequenz (in 2π sek) ist

$$\omega_n = \sqrt{\nu^2 - (\varrho/2)^2};$$

die Abklingzeitkonstante der freien Schwingung ist gleich $2/\varrho$. Beim Vorhandensein einer harmonischen eingeprägten Kraft, die z. B. dem Gesetz $\sin \omega_p t$ gehorcht, ergibt sich

[1]) R. Rüdenberg, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 10 (1931) S. 41; 12 (1933) S. 1.



eine erzwungene Schwingung; deren Amplitude $\overline{\vartheta}$ — bezogen auf die Amplitude ϑ_i bei trägheitsloser und nicht gedämpfter Maschine — ist

$$K = \frac{\overline{\vartheta}}{\vartheta_i} = \frac{1}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega_p}{\nu}\right)^2\right]^2 + \left[\frac{\varrho}{\nu} \cdot \frac{\omega_p}{\nu}\right]^2}} .$$

Diese Beziehung kann zur versuchsmäßigen Bestimmung der Dämpfung benutzt werden, sofern die Pendelamplituden und Frequenzen gemessen werden. Die gefährlichste Frequenz ist

$$\omega_p = \sqrt{\nu^2 - \frac{1}{2}\varrho^2}$$

und die entsprechende Amplitude:

$$\overline{\vartheta} = \frac{\vartheta_i}{\frac{\varrho}{\nu}\sqrt{1 - \left(\frac{1}{2}\frac{\varrho}{\nu}\right)^2}} .$$

[T. F. Wall, Engineering 139 (1935) S. 109 u. 150.] *Ti.*

Geräte und Stromrichter.

621. 314. 224. 08 **Die Parallelschaltmöglichkeit von Stromwandlern.** — Ist die zu messende Stromstärke höher als die Nennstromstärke der vorhandenen Stromwandler, so liegt es nahe, zwei Stromwandler primär parallel zu schalten. Ihre Sekundärwicklungen wird man in Reihe schalten, um trotz des erhöhten Primärstromes den gewohnten niedrigen Sekundärstrom zu behalten. Es erhebt sich die Frage nach den Eigenschaften der neuen Stromwandlergruppe. In seltenen Fällen sind beide Wandler völlig gleich. Die sekundäre Bürde kann alsdann verdoppelt werden, ohne daß die Fehler der Stromwandlergruppe größer werden, als zuvor die Fehler jedes einzelnen Wandlers mit seiner eigenen Bürde waren. Bleibt die Bürde unverändert, so zeigt die Stromwandlergruppe entsprechend verringerte Fehler. Im allgemeinen sind aber beide Wandler verschieden. Sie weisen verschiedene innere Spannungsabfälle auf. Dieser Fall tritt immer ein bei Wandlern verschiedener Bauweise. Er kann sich auch infolge von Ungleichmäßigkeiten in der Herstellung ereignen bei Wandlern gleicher Art. Aufschluß über die Verschiedenartigkeit der Wandler gibt eine Messung ihrer Kurzschlußspannung. Werden solche Stromwandler wie beschrieben zusammengeschaltet, so wirken sich mehrere Grundforderungen entgegen. Einerseits bedarf der Wandler mit kleinerem inneren Spannungsabfall nur einer niedrigeren primären Klemmenspannung bei gleichem Sekundärstrom. Anderseits liegt an den parallelgeschalteten Primärwicklungen beider Wandler die gleiche Klemmenspannung. Die Verteilung des Gesamtstromes erfolgt schließlich auf beide Wandler genau entsprechend ihrem Übersetzungsverhältnis. Dieser Zwang ergibt sich aus der Gleichheit der Sekundärströme und dem notwendigen Gleichgewicht der primären und sekundären Amperewindungszahlen. Es muß also dem Wandler mit der niedrigeren Klemmenspannung eine zusätzliche Primärspannung von der Sekundärseite her zugeführt werden. Dieser Wandler wirkt dabei als zusätzliche Bürde des anderen Wandlers. Die Zusatzbürde ist vorwiegend induktiver Natur. Sie wirkt daher günstig auf die Fehler der Stromwandlergruppe, insbesondere auf den Fehlwinkel ein. Versuche bestätigen die Richtigkeit vorstehender Überlegungen. Es können sehr verschiedenartige Stromwandler zu einer Gruppe zusammengeschaltet werden. Die Wandler brauchen nicht einmal von gleichem Übersetzungsverhältnis zu sein. [H. Krüzner, Elektrotechn. u. Maschinenb. 53 (1935), S. 133.] *Rei.*

621. 316. 57. 064. 25 (7) **275 kV-Hochleistungsschalter für die Boulder-Damm-Leitung**[1]). — Die 275 kV-Doppelleitung zwischen dem Boulder-Damm-Kraftwerk und der Stadt Los Angeles mit einer Länge von 430 km übertrifft alle bisher gebauten Übertragungsleitungen sowohl hinsichtlich der Höhe ihrer Spannung als auch, da sie ohne Abzweige gebaut ist, hinsichtlich ihrer Länge.

Durch diese große Länge und die hohe Übertragungsleistung arbeitet diese Leitung so nahe an der Stabilitätsgrenze, daß es nötig war, für die Abschaltung von Kurzschlüssen besondere Vorkehrungen zu treffen.

[1]) Vgl. ETZ 56 (1935) S. 512.

Die Doppelleitung wurde aus diesem Grunde durch zwei zusätzliche Schaltstellen, welche aus einer Sammelschiene und vier Ölschaltern bestehen, in drei Teile gegliedert, so daß bei einem Kurzschluß nur ein Sechstel der gesamten Leitungslänge ausfällt und die Übertragung dann immer noch über zwei Drittel der Entfernung über Doppelleitungen erfolgt.

Auch mit dieser Unterteilung hängt die Übertragungsleistung infolge der Stabilität im Kurzschlußfall noch so stark von der Unterbrechungszeit der Schalter ab, daß eine Verringerung dieser Zeit von 0,13 s auf 0,05 s eine Steigerung der Übertragungsleistung bis zu 50 % möglich macht.

Aus diesem Grunde entschloß man sich, sowohl die Schalter von den Leitungsenden als auch in den Zwischenstationen für 0,05 s (3 Perioden bei 60 Hz) Eigenzeit einzurichten.

Nach der bisherigen Ölschalterbauart würde der Versand der Schalter, ihre Gründung, Füllung, Nachprüfung usw. insbesondere infolge der Lage der Zwischenstellen in der kalifornischen Wüste so teuer und umständlich geworden sein, daß sich der Hersteller dieser Schalter für eine neue ölarme Bauart nach dem „Oil-blast-Prinzip" entschloß.

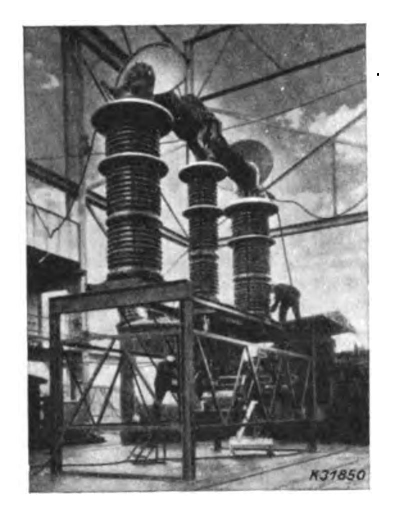


Abb. 5. 287 kV-Schalter.

Jeder Schalterpol enthält acht in Reihe geschaltete Unterbrechungsstellen mit Klotzkontakten aus einer Silber-Wolfram-Legierung, welche in zwei waagerechten Isolatoren untergebracht sind, die ihrerseits durch drei senkrechte, ölgefüllte Stützisolatoren gegen Erde isoliert sind (Abb. 5). Durch den mittleren dieser Stützer ist eine Antriebstange geführt, während die beiden äußeren Kaskaden-Stromwandler aufnehmen können. Die Oil-blast-Unterbrechungsstellen sind aus älteren Anordnungen entwickelt worden[2]). Die waagerechten Isolatoren sind durch eine waagerechte Trennwand aus lichtbogenfestem Isoliermaterial unterteilt. Diese Trennwand hat über jeder der Unterbrechungsstellen zwei Löcher (Abb. 6), durch welche das unter Druck stehende Öl von unten nach oben

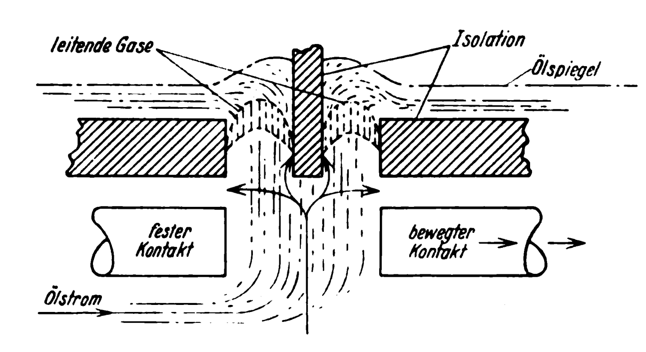


Abb. 6. Unterbrechungsstelle des Schalters.

entweichen kann, so daß eine Ölströmung quer zum Lichtbogen zustande kommt. Der für diese Strömung nötige Öldruck unterhalb der Isolierwand wird wegen der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit nicht wie beim alten 100 kV-Oil-blast-Schalter durch einen Hilfslichtbogen erzeugt, sondern durch einen Kolben, der gleichzeitig mit den Kontakten vom Antrieb her in Bewegung gesetzt wird. Der dadurch erzeugte Öldruck beträgt rund 6 atü. Er ist unabhängig vom Kurzschlußstrom, so daß die geringe Unterbrechungszeit auch bei kleinen Strömen erreicht wird.

[2]) ETZ 54 (1933) S. 183.



Ein dreipoliger Satz wiegt rd. 50 t, während ein üblicher Rundkessel-Ölschalter 130 t gewogen hätte. Er enthält insgesamt 9,5 cbm Öl gegenüber 85 cbm Öl bei der althergebrachten Ausführung. Da nur 800 l dem Lichtbogen ausgesetzt sind, beträgt die aktiv an der Löschung beteiligte Ölmenge also weniger als 1 % der früher benötigten Ölmenge.

Die Schalter sind für 287 kV bemessen und werden mit 650 kV eine Minute geprüft. Die Überschlagspannung ist 780 kV bei Normalfrequenz und 1 900 000 V bei Stoßprüfung mit der (1 · 5)-Mikrosekunden-Sprungwelle. Der Schalter hat bei ausgedehnten Kurzschlußversuchen die vorgeschriebene Schaltzeit von drei Perioden nie überschritten.

Bei diesen Kurzschlußversuchen wurden in direkter Einphasenschaltung 300 MVA einphasig unterbrochen. Durch Kunstschaltungen konnten jedoch maximal 1,89 Millionen kVA, bezogen auf Drehstrom, erreicht werden. Bemerkenswert sind hierbei u. a. die Untersuchungen hinsichtlich der Spannungsaufteilung längs der acht Unterbrechungsstellen und die Überlegungen über die Extrapolation der Versuchsergebnisse von einzelnen Unterbrechungsstellen. Die Nennabschaltleistung des dreipoligen Schalteraggregates ist 2,5 Mill kVA. [D. C. Prince, Electr. Engng. 54 (1935) S. 366.] *Myr.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 385: 621. 317. 32 **Röhrenvoltmeter mit logarithmischer Anzeige.** — Für zahlreiche akustische Arbeiten besteht das Bedürfnis nach einem Voltmeter, mit dessen Hilfe ohne Umschaltung und mit gleichbleibender prozentualer Genauigkeit ein Meßbereich von mehreren Zehnerpotenzen erfaßt werden kann. Ein Instrument, das in dieser Weise Spannungen, die im Verhältnis $1:10^4$ stehen, anzeigt, ist im Heinrich-Hertz-Institut entwickelt worden (Abb. 7). Die zu messende Spannung gelangt über

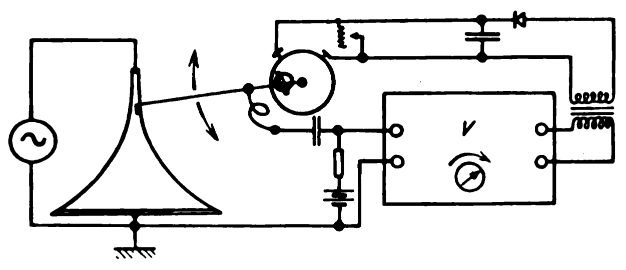


Abb. 7. Schaltbild des Röhrenvoltmeters.

ein Flüssigkeitspotentiometer an den Eingang eines 4-Röhrenverstärkers. Der verstärkte Strom wird gleichgerichtet und durchfließt ein Drehspulinstrument; mit dem Zeiger dieses Instrumentes ist die bewegliche Elektrode des Flüssigkeitspotentiometers verbunden, so daß der verstärkte Strom die Eingangspannung steuert. Der Trog des Flüssigkeitswiderstandes ist so bemessen, daß diese Regelung in einem weiten Bereich streng logarithmisch ist. Sehr wichtig für die praktische Anwendbarkeit der Vorrichtung ist die außerordentlich große Einstellgeschwindigkeit; es können Vorgänge naturgetreu wiedergegeben werden, die sich bis zu 600 db/s ändern. Das neue Röhrenvoltmeter ermöglicht die direkte Aufzeichnung des Nachhalls in Abhängigkeit von der Zeit. In bestimmten Fällen — z. B. bei der Eichung von Mikrophonen und bei der Bestimmung der Schalldämmung von Wänden — ist der Quotient zweier Anzeigen zu bilden; durch Anwendung von zwei logarithmischen Gleichrichtern, deren Ausgangsgleichströme gegeneinander geschaltet sind, erzielt man die unmittelbare Anzeige des Quotienten. [E. Meyer u. L. Keidel, Elektr.-Nachr.-Techn. 12 (1935) S. 37.] *Gff.*

621. 317. 785 **Prüfungen und Beglaubigungen.** — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 376[1]):

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, wird dem System 162 folgende Elektrizitätszählerform als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System 162, die Form W6ko, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der **Deutschen Zähler-Gesellschaft m. b. H. in Hamburg.**

Berlin-Charlottenburg, den 29. Januar 1935.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
In Vertretung:
Kösters."

Beschreibung[1]).

Die durch die Bekanntmachung Nr. 331 vom 24. Februar 1933[2]) zur Beglaubigung zugelassenen Wechselstromzähler der Form W6k des Systems 162 können auch in einer geänderten Ausführung mit der Formbezeichnung W6ko für die gleichen Meßbereiche wie die Zähler der Form W6k beglaubigt werden. Sie unterscheiden sich von diesen im wesentlichen in einigen Punkten. Zur Kleinlastregulierung dient jetzt ein den Mittelzinken des Spannungseisens umfassender mittels einer Schraube seitlich verstellbarer Kurzschlußrahmen. Die zur Einstellung der 90°-Verschiebung dienende Kurzschlußwicklung ist nicht um die Stromspulenzinken, sondern um die an den Mittelzinken des Stromeisens anschließenden Jochstücke des Stromeisens gelegt.

Beleuchtung.

621. 326. 086 **Tragbares Gerät zur Prüfung der Güte von Glühlampen.** — Das im folgenden beschriebene Gerät soll es ermöglichen, an beliebigem Ort in kurzer Zeit die Güte von Glühlampen bestimmen bzw. einen Vergleich zwischen Lampen verschiedener Herkunft vornehmen zu können. Da die Güte der Glühlampen nicht nur von der Lebensdauer, sondern auch in hohem Maße von ihrer Lichtausbeute und dem Lichtverhalten während der Brennzeit abhängt, müssen bei einer genauen Prüfung der Lichtstrom und die Leistungsaufnahme der zu vergleichenden Lampen vor und während der Brenndauerprüfung gemessen werden. Mit Hilfe des in Abb. 8 dargestellten Ge-

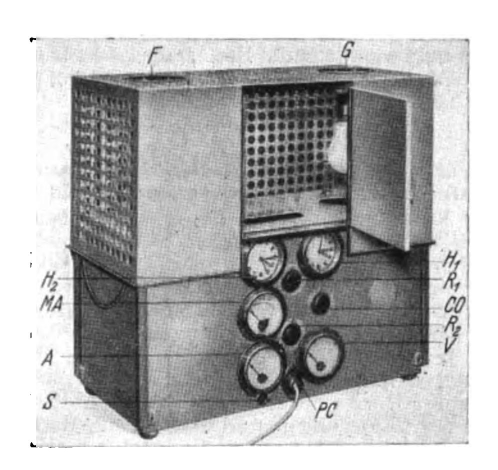


Abb. 8. Gerät zur Güteprüfung von Glühlampen.

rätes können diese Messungen in sehr einfacher Weise durchgeführt werden. Das Gerät besteht aus einem metallischen Gehäuse, in dem die Transformatoren, die Meßinstrumente und zwei Kammern zur Vornahme der photometrischen Messungen eingebaut sind. Es ist von einem Kasten aus durchbohrten Aluminiumplatten umgeben. Die äußeren Abmessungen (35 · 35 · 60 cm) und das Gewicht des Gerätes sind so gehalten, daß es ohne Schwierigkeiten überallhin mitgenommen werden kann. Für den Transport und für die photometrische Messung der Lampen wird der Aluminiumkasten über das Gerät heruntergeschoben; zur Ermittlung der Lebensdauer und zum Einsetzen bzw. Aus-

[1]) Reichsministerialblatt 1935, S. 67.

[1]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 376. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.

[2]) ETZ 54 (1933) S. 502.



wechseln der Lampen wird er in die Stellung gemäß Abb. 8 hochgeschoben.

Zur Prüfung werden die Lampen in die an der oberen Platte des Aluminiumkastens befestigten Fassungen F und G eingesetzt, der Aluminiumkasten wird dann herabgeschoben. Die Lampen kommen dabei in die beiden bereits erwähnten Meßkammern zur Lichtstrombestimmung. Die elektrischen Daten der Lampen werden durch ein Präzisions-Voltmeter V und ein Präzisions-Amperemeter A mit zwei Meßbereichen bestimmt. Der Umschalter S gestattet die Einstellung des gewünschten Meßbereiches des Amperemeters. Den Lichtstrom kann man mit Hilfe von zwei Sperrschichtzellen messen, die in den beiden Meßkammern angebracht sind. Um die Empfindlichkeit der beiden Zellen einander gleich machen zu können, ist ein Widerstand an der Rückseite des Gerätes vorgesehen. Der Zellenstrom wird durch ein Mikroamperemeter MA gemessen. Ein Umschalter CO gestattet, die drei Meßinstrumente V, A und MA nacheinander in den Stromkreis der einen oder der anderen Lampe einzuschalten. Bei einer dritten Schalterstellung sind die Meßinstrumente ausgeschaltet, die Stromkreise der beiden Lampen sind jedoch nicht unterbrochen. Durch zwei Regelwiderstände R_1 und R_2 kann die Empfindlichkeit des Mikroamperemeters so eingestellt werden, daß eine der beiden Lampen einen Ausschlag von 100 Skalenteilen ergibt. Werden jetzt die Instrumente in den Stromkreis der anderen Lampe gelegt, so kann an dem Mikroamperemeter MA direkt das Lichtausbeuteverhältnis der beiden Glühlampen abgelesen werden. Die Spannung der einen Lampe wird nun so weit erhöht, bis das Lichtausbeuteverhältnis das gleiche ist. Beide Lampen erhalten dann eine Überspannung von 56 %, werden bei dieser Spannung nochmals gemessen und nötigenfalls wieder auf gleiches Lichtausbeuteverhältnis eingestellt. Dann beginnt die Lebensdauerprüfung. An zwei Uhrwerken H_1 und H_2, die so geschaltet sind, daß sie nur laufen, wenn Strom durch die Lampe fließt, kann direkt die Brennzeit der Lampen bis zum Durchbrennen abgelesen werden. Da bei der gewählten Überspannung von 56 % die normale Lebensdauer von 1000 h auf ungefähr 3 bis 4 h (je nach der Lampentype) herabgesetzt wird, ist eine schnelle Gütebestimmung möglich. (Um einen Vergleich zwischen der Güte der Lampen verschiedener Herkunft vornehmen zu können, genügt es jedoch nicht, nur je eine Lampe zu untersuchen. Die Lebensdauerprüfung muß vielmehr mit mehreren anderen Lampen wiederholt werden, um ein einwandfreies Ergebnis zu erhalten. D. Ber.) [M. Grandjean, Bull. Soc. franç. Électr. 4 (1934) S. 1191.] *M. W.*

Elektrowärme.

621. 367: 621. 791 **Eine grundsätzlich neue Punkt- und Rollennaht-Schweißmaschine.** — Nach verhältnismäßig kurzer praktischer Erprobung haben sich die Quecksilberdampf-Stromrichter ein neues Gebiet als trägheitslos arbeitende Schalter an elektrischen Widerstands-Nahtschweißmaschinen erobert[1]). Zwei grundsätzliche Arten der Verwendung können unterschieden werden. Die sogenannte Halbwellensteuerung für ganz feine Werkstücke arbeitet bei Punktschweißmaschinen, bei denen die Schweißzeit durch Verschieben des Zündzeitpunktes von $^1/_{100}$ bis unter $^1/_{1000}$ s geregelt werden kann. Eine Erweiterung dieser Steuerung für Punktschweißmaschinen war dann die Mehrwellensteuerung, die heute praktisch bis zu Zeiten von etwa 1 s ausgeführt wird.

Ein noch größeres Anwendungsgebiet jedoch verspricht die Stromrichtersteuerung von Rollennaht-Schweißmaschinen. Bei diesen handelt es sich darum, entsprechend den Sonderanforderungen, die schwierig schweißbare Werkstoffe stellen, den Primärstrom der Maschine rhythmisch in genauem Spiel einzustellen. Da aber schwer schweißbare Werkstoffe auch in jeder anderen Beziehung große Anforderungen an die Genauigkeit der Maschine stellen, wurde eigens für Stromrichtersteuerung eine auch im mechanischen Aufbau neu durchgebildete Bauart entwickelt (Abb. 9). Das Besondere an dieser Maschine ist, daß die Elektrodenarme nicht mehr in der senkrechten Symmetrieebene des Gehäuses liegen, sondern auf der linken Seite desselben. Dadurch ist es möglich geworden, durch bloßes Verschieben der Arme in ihrer Längsrichtung die Maschine auf verschiedene Ausladungen einzustellen, so daß man jeweils mit dem geringst möglichen Aufwand an Energie auskommen kann. Die Elektrodenrollen werden durch Preßluft angedrückt, und zwar in weitem Maße unabhängig von dem Druck in der Leitung. Der Anpressungsdruck der Elektrode kann auf das genaueste geregelt werden. Auch das Umstellen von der Quernaht- in die Längsnahtlage ist vereinfacht worden. Beide Rollen werden angetrieben, was sich bei

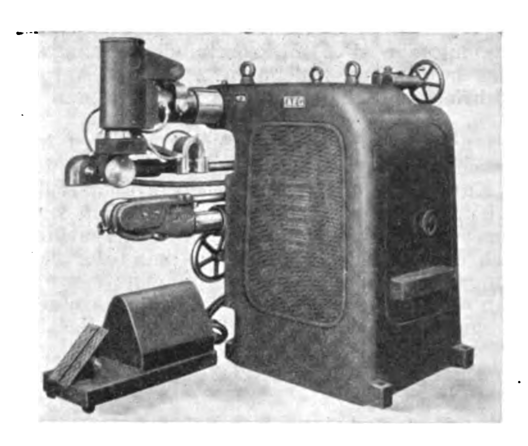


Abb. 9. Punkt- und Rollennaht-Schweißmaschine.

Blechen mit sehr glatter Oberfläche als nötig erwiesen hat. Um ein Gleiten bei Ungleichheit der Rollendurchmesser zu verhindern, ist ein Ausgleichgetriebe eingeschaltet. Die Maschine kann als Punktschweißmaschine mit Halb- oder Mehrwellensteuerung sowie als Nahtschweißmaschine arbeiten. Sämtliche elektrischen Einstellmittel sind in einem Bedienungspult zusammengefaßt, welches die Halb- und Mehrwellensteuerung sowie die synchron laufende Schaltwalze für die Nahtschweißung enthält. Die Einstellung des Periodenspieles beim Nahtschweißen wurde sehr übersichtlich gestaltet. An 12 kleinen Hebelschaltern, von denen jeder eine Periode des Wechselstromes darstellt, wird durch Drücken der Hebel nach oben oder unten die betreffende Periode ein- oder ausgeschaltet, so daß ein einziger Blick auf die Stellung der Hebel genügt, um zu sehen, mit welchem Periodenspiel die Maschine arbeitet. *f.*

[1]) Vgl. a. ETZ 55 (1934) S. 235, 636 u. 752.

621. 365. 036. 7 **Biegsame Leiter mit Wasserkühlung für Öfen.** — Die Kupferbänder für die Zuführung des Stromes zu den Elektroden von Öfen weisen die Nachteile auf, daß sie der Wirkung der Ofenflammen mehr oder weniger ausgesetzt, daß sie gegen Wärme empfindlich, ziemlich leicht oxydierbar sind und infolge der Wärmewirkung an ihrer ursprünglichen mechanischen Festigkeit einbüßen. Durch Vergrößerung der Länge der Kupferleiter wollte man diesen Nachteilen steuern, dafür hätte man eine Steigerung des Kupfergewichtes und mithin des Preises, dann auch eine Verringerung des Leistungsfaktors mit in Kauf nehmen müssen. Eine Lösung dieser Aufgabe besteht darin, ein oder mehrere elektrische Kabel mit einem biegsamen, schweißlos gezogenen Metallrohr, durch das Kühlwasser fließt, zu vereinigen. Auf Grund der mehrere Jahre lang mit dieser Vorrichtung gewonnenen Erfahrungen konnten folgende Vorteile unter Beweis gestellt werden: Verkürzung der Stromleitung, da die biegsamen Metallrohre ohne weiteres oberhalb des Ofens angeordnet werden können, dadurch Verminderung des Kupfergewichtes, da diese Leiter auch 8 bis 12 mal so hohe Stromstärken zulassen wie die nicht gekühlten Leiter, schließlich praktisch unbegrenzte Haltbarkeit. Biegsame Leiter mit Wasserkühlung dieser Art befinden sich an zahlreichen Öfen seit 5 bis 6 Jahren in Betrieb, ohne die Spuren ernster Belastung zu zeigen und ohne erneuert werden zu müssen. [J. Four électr. 43 (1935) S. 95.] *Kp.*

Verkehrstechnik.

621. 355: 621. 335 (45) **Neuzeitliche Akkumulatoren als Antrieb für Fahrzeuge in Italien.** — Die beachtliche Entwicklung, die der Antrieb von Fahrzeugen mit Akkumulatoren in den 40 Jahren seit Erscheinen der ersten



batteriegetriebenen Fahrzeuge in Italien und in anderen Ländern genommen hat, wird kurz beschrieben. Besonders wird betont, daß der Betrieb von Fahrzeugen mit Batterien ein nationales Problem ist im Hinblick auf die dadurch eintretende Verringerung der Einfuhr von Rohstoffen bzw. Antriebsstoffen. Von batterieelektrischen Fahrzeugen dürfen nicht Leistungen erwartet werden, die sie ihrer Natur nach nicht erfüllen können. Am zweckmäßigsten ist die Verwendung von elektrischen Fahrzeugen im öffentlichen Dienst und bei größeren Transportunternehmungen. Interessant ist der Hinweis, daß in größeren Städten Italiens sich Unternehmungen gegen festen Preis entsprechend der gefahrenen Kilometer mit der Ladung und Wartung von Batterien für Privatfahrzeuge befassen, so daß den Besitzern der Betrieb möglichst einfach gemacht wird. Für Schienenfahrzeuge werden die Verhältnisse in Deutschland als Vorbild hingestellt. Die Vorteile von Elektrokarren sind so bekannt, daß es sich erübrigt, hierüber weiteres auszuführen. Als praktisch anzuwendende Akkumulatorentypen werden die normalen Bleiakkumulatoren sowie der alkalische Nickel-Eisen-Akkumulator angegeben. Andere Typen wie Blei-Zink-Akkumulatoren, Halogen-Akkumulatoren, beispielsweise Almeida und auch der neue Drumm-Akkumulator (Nickel-Zink) werden als ungeeignet verworfen. Von den beiden praktisch anzuwendenden Arten hält der Verfasser den Blei-Akkumulator, besonders für Fahrzeuge, für geeigneter. Die weiteren Ausführungen bringen die Einteilung der Blei-Akkumulatortype für schwere Antriebszwecke (Verschiebelokomotiven usw.) sowie leichte Antriebszwecke (Straßenfahrzeuge). Es ergibt sich eine gute Übereinstimmung zwischen den angeführten Batterietypen sowohl in Deutschland[1]) als auch in Italien. Besonders in den Vordergrund gestellt werden von dem Verfasser Elemente mit sogenannten Panzerplatten und Elemente mit pastierten Gitterplatten, die durch Verwendung von Glaswolle in Verbindung mit Separatoren aus Holz oder auch porösem Gummi armiert sind. Die etwas geringere Ausnutzung wird durch bessere Lebensdauer ausgeglichen. Die Auswahl der einzelnen Batterietypen muß dem Verwendungszweck unter Berücksichtigung aller Punkte möglichst angepaßt sein. Von den alkalischen Batterien bezeichnet der Verfasser nur solche mit Röhrenplatten als brauchbar.

Der Aufsatz zeigt, daß das Bestreben, einheimische Rohstoffe zu verwenden, in Italien ähnlich wie in Deutschland dazu führt, auch als Antriebsmittel für Fahrzeuge Akkumulatoren stark in den Vordergrund zu schieben. Nicht unwidersprochen kann bleiben, daß die Verwendung von alkalischen Batterien für Antriebszwecke nicht vorteilhaft sein soll. Die Erfahrungen in Deutschland sind in der Beziehung andere. [A. Frates, Energia elettr. 12 (1935), S. 205.] *Cl.*

Hebezeuge und Massenförderungen.

621. 34: 621. 87 **Feineinstellung für Aufzüge durch Schrittschaltung.** — Die gesteigerten Ansprüche an die Haltegenauigkeit von Aufzügen bedingen die Anwendung einer selbsttätig arbeitenden Feineinstellung. Eine besonders einfache Lösung für eine solche Einrichtung stellt die rein elektrisch wirkende „Schrittschaltung" dar, die keinerlei mechanische Hilfsmittel, wie Übersetzungsgetriebe u. dgl., erfordert. Es sind nur wenige Zusatzgeräte gegenüber der normalen Aufzugssteuerung notwendig, und die Anordnung hat noch den besonderen Vorteil, daß man sie jederzeit bequem nachträglich an einem vorhandenen Aufzug anbringen kann. Die zum Bündigfahren des Aufzuges erforderliche geringe Fahrgeschwindigkeit wird dadurch ermöglicht, daß dem Aufzugsmotor während der Feinfahrt kurze Stromstöße gegeben werden, so daß er nur ganz kleine Bewegungen in der Größenordnung von Bruchteilen einer Motorumdrehung machen kann. Die Begrenzung der Stromstöße geschieht in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit durch ein mit dem Aufzugsmotor gekuppeltes Gerät, dem Schrittwächter (Abb. 1). Dieser entspricht in seinem Aufbau einem Pendeldynamo (Motorschrittwächter). Der Läufer eines kleinen Hilfsmotors ist mit dem Aufzugsmotor gekuppelt und dreht sich in einem mit Gleichstrom erregten Ständerfeld. Der Ständer ist beschränkt drehbar und unterliegt der Wirkung einer Mittelstellungsfeder. Das zwischen Ständer und Läufer bei Drehung des letzteren erzeugte Drehmoment ist verhältnisgleich der Drehzahl und bestimmt den Ausschlagwinkel des Ständers, was zur stufenweisen Betätigung von Kontakten ausgenutzt wird. Beim Erreichen einer bestimmten Geschwindigkeit schalten die Kontakte über die Umschaltschütze den Aufzugsmotor ab, während die Bremse gelüftet bleibt. Bei positiver Belastung des Aufzugsmotors

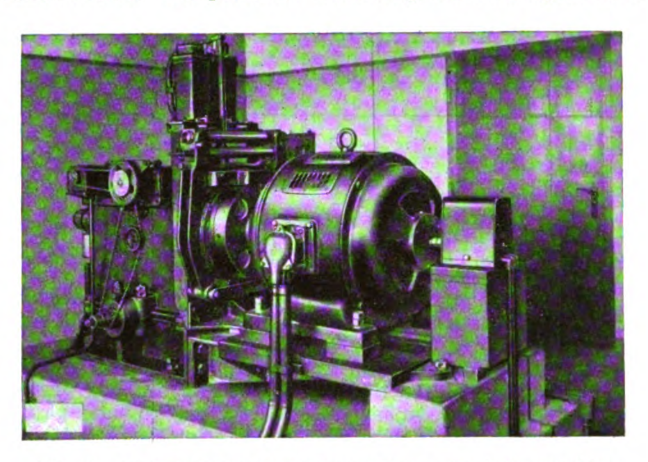


Abb. 10. Motorschrittwächter (vorn rechts an eine Aufzugmaschine eingebaut).

(z. B. Vollast aufwärts) fällt dieser in der Drehzahl ab, bis der Kontakt am Schrittwächter wieder schließt und den Aufzugsmotor wieder einschaltet. Bei negativer Belastung (z. B. Vollast abwärts) will sich der Aufzugsmotor nach der Abschaltung weiter beschleunigen; der auftretende Drehzahlanstieg bewirkt Ansprechen der zweiten Kontaktstufe im Schrittwächter und damit Auflegen der Bremse. Diese verzögert die Fahrt, bis die Einschaltkontakte im Schrittwächter wieder ansprechen. Das Spiel wiederholt sich, bis in der Bündigstellung der Bündigschalter am Fahrkorb die Fahrt abstellt. Die einzelnen Geschwindigkeitsstufen sind an dem Schrittwächter bequem einstellbar. Bei richtiger Einstellung desselben und gut abgeglichener Anfangsbeschleunigung wird die Tatsache der ungleichförmigen Bewegung im Fahrkorb kaum noch empfunden. Anwendbar ist diese Steuerung sowohl bei Druckknopf- wie bei Kabinenhebelsteuerung. Die Fahrgeschwindigkeit des Aufzuges hat keinen Einfluß auf die Anwendungsmöglichkeit. [Siemens-Z. 15 (1935) S. 114.] *Slz.*

Landwirtschaft.

621. 32: 635 **Elektrizität als Lichtquelle im Gartenbau.** — R. U. Goulde berichtet in einem Aufsatz über die Anwendung der Elektrizität im Gartenbau und über die Wirkung des elektrischen Lichts auf den Pflanzenwuchs. Es wird dabei angestrebt, durch zusätzliche elektrische Beleuchtung der Pflanzen eine gewisse Unabhängigkeit von der Jahreszeit zu erreichen und auch in den sonnenarmen Wintermonaten Gemüse und Blumen zu ziehen, die dann zu erhöhten Preisen abgesetzt werden können.

In Holland werden derartige Untersuchungen mit Unterstützung der Philips-Glühlampenfabrik durch Sprenger und Roodenburg an der landw. Hochschule in Wageningen durchgeführt. Nach Ansicht der Versuchsansteller kranken die bisher durchgeführten Versuche daran, daß die verwendeten normalen Glühlampen 95 % ihrer Energie als Wärmestrahlen und nicht als Licht abgeben. Durch die starke Wärmewirkung werden dünne, überlange Pflanzen erzeugt, die Pflanzen vergeilen. Nur wenn es gelänge, die übrigen Wachstumsvorgänge der erhöhten Wärmezufuhr anzupassen, ließen sich brauchbare Pflanzen erzielen. — In diesem Zusammenhang wird Reinau mit seinen grundlegenden und erfolgreichen Versuchen über die Zusammenhänge zwischen Licht- und Kohlensäurezufuhr erwähnt.

Da, wie bereits bekannt ist, bei rotem Licht das Blattgrün die stärkste Absorptionstätigkeit entfaltet, hat Roodenburg für seine Versuche das Neonlicht verwendet, das vorwiegend rote und gelbe Lichtstrahlen aussendet,

[1]) ETZ 56 (1935) S. 49.

dagegen wenig Wärmestrahlen. Besonders gute Erfolge wurden mit Gurkensämlingen erzielt, die im Winter besonders unter Lichtmangel leiden: Gurkenpflanzen, die am 1. XII. gesät und am 19. XII. ausgepflanzt wurden, zeigten bei einer Belichtung von 40 Tagen mit je 8 h Belichtungsdauer (bis zum 12. I.) wesentliche Mehrerträge (Zahlentafel 1).

Zahlentafel 1.
Gurkenertrag ohne und mit Belichtung.

	März	April	Mai	Anfang Juni	Gesamt
Unbelichtet	605	509	338	267	1719
Belichtet mit 600 W	772	485	461	289	2007
Preisverhältnis	10	8,9	9,6	4,7	

Ähnliche Ergebnisse wurden mit Erdbeeren erzielt, die gleichzeitig nach dem Verfahren von Reinau mit Kohlensäure begast wurden.

Gute Erfolge wurden auch bei Blumen beobachtet; erwähnt werden besonders Begonien, Stern von Bethlehem und Gloxynien.

Im allgemeinen kann man nach Roodenburg den Pflanzen durch Neon-Beleuchtung während der ersten Wochen des Wachstums einen Vorsprung für die ganze Vegetationsperiode geben, der sich je nach der Dosierung durch früheres oder vermehrtes Blühen auswirkt; dadurch wird auch die Elektrobeleuchtung mit Neon-Licht im gärtnerischen Betrieb wirtschaftlich.

Nach W. Kind haben Versuche mit Neon-Licht in Deutschland nicht zu einer so optimistischen Beurteilung geführt; nach ihm lassen sich auch mit gewöhnlichen Glühlampen nennenswerte Erfolge erzielen, wenn die verschiedenen Wachstumsfaktoren durch geeignete Ernährung der Pflanzen mit der verstärkten Wärmezufuhr in Einklang gebracht werden. Wenn auch die Neon-Beleuchtung der normalen überlegen ist, so scheint doch der sehr erhebliche Mehrpreis für die Neon-Anlage durch die bisherigen Erfolge noch nicht für deutsche Verhältnisse gerechtfertigt zu sein. Kind schlägt daher vor, dem Gärtner zunächst zur Beschaffung der billigeren normalen Lichtquelle zu raten, damit er an ihr ohne zu großen Aufwand überhaupt erst den richtigen Einsatz dieses neuen technischen Hilfsmittels lernt.

Man kann sich der Meinung von Kind anschließen; denn die Verhältnisse in einer deutschen Erwerbsgärtnerei sind außerordentlich schwierig und erfordern durch ihre Abhängigkeit vom Klima, von der Marktlage, von den Lebensgewohnheiten der Kundschaft u. a. m. eine große Vielseitigkeit und häufige Dispositionsänderungen. Hohe Investitionskosten beispielsweise für eine oder doch wenige Kulturen bilden daher immer ein Wagnis und können sich nach kurzer Zeit als Fehler herausstellen. Anderseits hat ein so hoch intensiver Betrieb wie eine Gärtnerei fast stets Kapitalbedarf zur Erneuerung und Erweiterung des Inventars, so daß es richtiger ist, zunächst durch „Tastversuche" in der von Kind vorgeschlagenen Art zu prüfen, ob eine größere Geldausgabe wie z. B. die für eine Neon-Anlage, wirtschaftlich richtig ist. [R. U. Goulde, Elektr.-Wirtsch. 34 (1935) S. 214; W. Kind, ebenda, S. 129.] *v. W.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 823 **Die Isolierung von Rundfunkbeeinflussungen.** — Bei Lobitos in Kalifornien führt in der Nähe der transpazifischen Rundfunk-Empfangsstelle eine 11 kV-Leitung vorbei, welche die Empfangsstelle, die Stadt Lobitos, und einige Bauernhöfe in der Umgebung mit Kraft versorgt. Diese Leitung war eine dauernde Störquelle durch lose Verbinder, Bindedrähte, Schaltgeräte usw. Die erzeugten Störungen der Rundfunkfrequenzen verbreiteten sich längs der Leitung. Da es wirtschaftlich nicht möglich war, die ganze Leitung so zu bauen, daß jegliche Störungen vermieden wurden, wurden in jeder Richtung, etwa in einer Meile Entfernung von der Empfangsstelle, Drosselspulen in die Leitung eingebaut, die in diesem Abschnitt Störungen fernhielten, die auf dem übrigen Teil der Leitung entstanden. In diesem Abschnitt wurden alle Verbinder, Bindedrähte und Isolatoren untersucht und die Hochspannungswicklungen der Transformatoren mit besonders entwickelten Drosselspulen sowie die Niederspannungswicklungen mit Kondensatoren überall dort ausgerüstet, wo die Leiter lang genug waren, um tatsächlich Störungen auszustrahlen.

Die zum Isolieren des etwa 3½ km langen Abschnittes von den Störungen des übrigen Teiles der Leitung verwendeten Drosselspulen hatten sehr kleine Induktivität. An jedem Phasenseil waren an jedem Ende des geschützten Abschnittes drei Spulen in Reihe geschaltet; ihre Wirkung auf die Betriebspannung ist zu vernachlässigen, da sie bei voller Belastung nur einen Spannungsabfall hervorrufen, der weniger als 1 km Leitungslänge entspricht. Der Einbauabstand der Drosseln längs der Leitung hängt von den Konstanten der Leitung und von der niedrigsten Frequenz ab, die gedrosselt werden soll.

Spulen der gleichen Charakteristik, allerdings wesentlich kleinerer Konstruktion, mußten in eine vierdrähtige Telephonfreileitung, die parallel zu der Hochspannungsleitung lief, eingebaut werden, damit nicht Störungen auf der Fernsprechleitung in die geschützte Zone kamen.

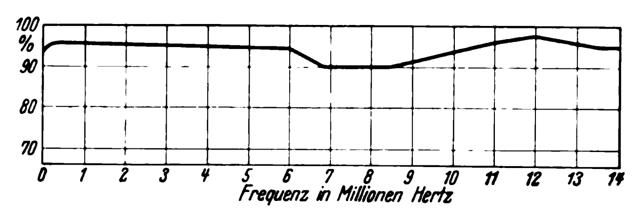


Abb. 11. Störkurve über einen Frequenzbereich von 0 bis 14 Mill Hz.

Nach dem Einbau der Spulen wurden zwei Versuche angestellt. Der erste Versuch war ein Vergleichsversuch, wobei ein empfindlicher Rundfunkempfänger auf einem Kraftwagen längs der Leitung gefahren wurde. In dem nicht geschützten Teil war das Störgeräusch in 90 m Entfernung vom Lautsprecher zu hören, während in der geschützten Zone keine Geräusche zu hören waren. Der zweite Versuch wurde mit Hilfe eines fahrbaren Feldstärke-Meßstandes durchgeführt. Es wurden Messungen bei neun verschiedenen Frequenzen zwischen 870 und 13 500 kHz an 15 verschiedenen Orten längs der Leitung durchgeführt. Die aufgenommenen Meßwerte ergaben eine außerordentlich günstige Kurve für die prozentuale Wirksamkeit der Spulen über einem sehr großen Frequenzband (Abb. 11). Die Kurve setzt sich bis zu Punkten fort, die unter den Rundfunkwellen und über dem zu entstörenden Wellenband liegen. [Electr. Wld., N. Y. 105 (1935) S. 482.] *W. Ft.*

Elektrische Antriebe.

621. 34—219 **Antrieb mit gleichbleibender Riemenspannung.** — Eine englische Firma führt Riemenantriebe, besonders bei kurzen Achsenabständen, nach Abb. 12 aus. Wie man sieht, ist der Elektromotor auf einem Spannschlitten befestigt, der seinerseits um eine Achse parallel zur Motorachse pendeln kann. Dank der Verschiebung zwischen beiden Achsen hält der Motor durch sein Gewicht den Riemen ständig gespannt. Motorlage und Spannung lassen sich einmal durch Verschieben des Motors auf dem Schlitten regeln, weiter noch mit Hilfe der vorn sichtbaren langen Schraubenspindel quer durch die Welle des Schlittens. Wenn diese feine Einstellbarkeit nicht erforderlich ist, kann man auch weit einfachere Pendelfundamente bauen, die nach dem gleichen Grundsatz die Riemenspannung aufrechterhalten. Voraussetzung für den einwandfreien Betrieb mit dieser Einrichtung dürfte aber eine gute, nicht schlagende Riemenverbindung sein. [Engineering 139 (1935), S. 480.] *nkl.*

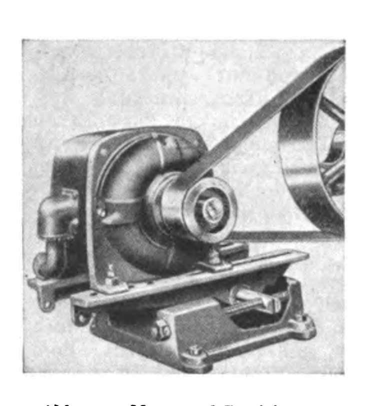


Abb. 12. Motor auf Pendelspannschlitten.



Physik und theoretische Elektrotechnik.

621. 315. 616. 96. 015. 5 **Über den Wärmedurchschlag der Bakelitisolatoren.** — Der Verfasser untersucht den zeitlichen Verlust und den stationären Wert des Verlustwinkels von Bakelitkondensatorisolatoren bei verschiedenen Betriebstemperaturen, indem der Kondensatorisolator in ein von außen geheiztes Preßspanrohr gebracht wird. Die Theorie des Wärmedurchschlags erweist sich als sehr gut bestätigt, indem die gemessenen und berechneten Werte der Temperaturen, bei denen der Verlustwinkel anfängt, dauernd mit der Zeit anzusteigen, bei den meisten Isolatoren innerhalb von 10 % Abweichung liegen. Da der Verluststeigerungsfaktor a (Zunahme der Verluste je ° C), definiert durch $p = p_0 e^{a(T-T_0)}$, wo p den Verlust je Volumeneinheit und Feldstärkeeinheit bedeutet, bei den verschiedenen Isolatoren nicht sehr verschieden war, 0,035 bis 0,055, war sein Einfluß auf die Höhe der Durchschlagspannung mäßig, bei $t = 40$ ° C etwa 10 bis 15 %, bei $t = 80$ ° C etwa 25 bis 35 %. Im allgemeinen wirkt a exponentiell, also stark, auf die Durchschlagspannung ein. Experimentell wird a bestimmt, indem $\ln \operatorname{tg} \delta$ als Funktion von τ aufgetragen wird. Die Tangente des Neigungswinkels der Geraden, die man erhält, gibt a. Wesentlich stärker schwankten bei den verschiedenen Isolatoren die Werte $p_0 = \omega C \operatorname{tg} \delta_0$, von 2 bis $25 \cdot 10^{-12}$, und da die Durchschlagspannung $U_D = \frac{\text{konst.}}{\sqrt{p_0}}$ ist, ergeben sich daraus viel größere Schwankungen von U_D. Für die Fabrikation ergibt sich daraus die Notwendigkeit, neben der Größe a besonders auf die Größe von p_0 zu achten. Die noch zulässige Größe von p_0 bzw. $\operatorname{tg} \delta_0$ für ein bestimmtes U_D bestimmt der Verfasser nach der bekannten Formel des Wärmedurchschlags, wie sie z. B. von Dreyfus im Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 15 (1924) S. 12, Fock, Arch. Elektrotechn. 19 (1924) S. 71 und Roth, Arnold, Hochspannungstechnik, Berlin, Springer 1927, S. 82 bis 89, entwickelt worden ist. [A. M. Zalessky, Elektrotechn. u. Maschinenb. 53 (1935) S. 112.] *Scha.*

621. 317. 728. 015. 33 **Verhalten der Kugelfunkenstrecke bei Spannungsstößen sehr kurzer Dauer.** — Im Anschluß an mehrere vorangegangene Arbeiten[1]) über die Messung von Stoßspannungen mittels Kugelfunkenstrecke behandeln P. L. Bellaschi und W. L. Teague noch die Verwendungsmöglichkeit der Kugelfunkenstrecke für kürzeste Stoßdauer und bestimmen mit Hilfe sehr zahlreicher Kathodenstrahl-Oszillogramme den Zusammenhang zwischen Höhe der Überschlagspannung und Zeitverzug für positive und negative Stoßwellen an Kugelelektroden von 6,25, 25 und 200 cm Dmr. Hiernach steigt der Stoßfaktor für alle 3 Kugelgrößen bei Zeitverzügen unter 2 μs bis herab zu 0,2 μs von 1,00 bis 1,75 an, wobei der Kugelabstand s (untersucht jeweils bis $s/D = 0{,}6$ bis 0,7) und die Polarität einen merklichen Einfluß ausüben. Und zwar nimmt der Stoßfaktor für alle Kugelgrößen mit abnehmender Schlagweite zu, dagegen mit zunehmendem Kugeldurchmesser ab (bezogen auf gleichem Verhältnis s/D). Für negative Stoßwellen ist der Stoßfaktor immer etwas größer als für positive.

Besonders interessant sind die in der Arbeit bei der Messung der kurzen Stoßspannungen gemachten Mitteilungen über die Bewährung verschiedener Spannungsteiler, wofür die Verfasser einen Widerstandsteiler und einen kapazitiven Spannungsteiler verwendeten. Dabei hat sich der kapazitive Spannungsteiler besonders für Messungen von Stoßwellen allerkürzester Dauer bewährt, für welche der Widerstandsteiler nicht mehr mit genügender Genauigkeit arbeiten würde. Dagegen ist der Widerstandsteiler zur Eichung des kapazitiven Spannungsteilers und für längere Stoßwellen unentbehrlich. [P. L. Bellaschi und W. L. Teague, Electr. J. 32 (1935) S. 120, und P. L. Bellaschi, Energia elettr. 12 (1935) S. 200.] *W. W.*

Hochspannungstechnik.

621. 315. 14. 014. 4 **Einige Besonderheiten der Wechselstromkorona an Leitungsseilen.** — Mit der Wechselstromkorona an Leitungsseilen verbundene und bereits vor Jahren von verschiedenen Beobachtern festgestellte Polaritätserscheinungen sind bisher nur wenig untersucht worden, da sie weder für die Bildung der Korona, noch für die Koronaverluste als besonders wesentlich betrachtet wurden. Durch vergleichende Untersuchungen einerseits an sehr sorgfältig polierten, anderseits an glatten, aber der Witterung ausgesetzt gewesenen, sowie ferner an gefetteten und verschmutzten und schließlich durch unachtsame Behandlung aufgerauhten und abgeschürften Leitungsseilen mit scharfen, unregelmäßigen Vorsprüngen auf ihrer Oberfläche wurden neuerdings Koronaentladungen an solchen Leitern festgestellt, die durch ausgeprägte Polaritätswirkungen ausgezeichnet sind und infolge ihrer elektromagnetischen Strahlung im Frequenzbereich des Rundfunks und der damit verbundenen Störungen besondere Bedeutung haben.

Die Versuche wurden in einer Hochspannungsbrücke durchgeführt, wobei der zu untersuchende und der Vergleichsleiter einer geerdeten, an ihren Rändern gegen die Umgebung abgeschirmten, leitenden Ebene gegenübergespannt waren, und mit dieser die Kapazitätszweige der Brücke bildeten, deren beide anderen Zweige aus zwei einseitig geerdeten Widerständen bekannten Ohmwertes bestanden. Als Brückenmeßgerät diente ein Niederspannungskathodenoszillograph mit Glühkathode.

Die Kathodenoszillogramme lassen erkennen, daß bei polierten Leitern der Koronastrom sehr plötzlich einsetzt, sobald sich die Korona in jeder Halbwelle des Wechselstromes ausbildet, und zwar ist der Anstieg des Koronastromes in der negativen Halbwelle wesentlich steiler als in der positiven. In der negativen Halbwelle war der Koronastrom außerdem von Hochfrequenzschwingungen kleiner Schwingungsweite begleitet, die in der positiven Halbwelle vollkommen fehlten. Dieser erhebliche Unterschied zwischen der positiven und negativen Korona wurde auch bestätigt durch an einem Superheterodynempfänger mit dem Schleifenoszillographen gleichzeitig im Frequenzbereich bis 1000 kHz aufgenommene Oszillogramme der von dem unter Korona stehenden Leiterseil hervorgerufenen Hochfrequenzschwingungen. Der überaus plötzliche Anstieg des negativen Koronastromes ist zweifellos die Ursache der örtlichen Hochfrequenzschwingungen, die die Energie mit Rundfunkfrequenzen ausstrahlen lassen.

Für die Versuche an Leiterseilen, die längere Zeit der Witterung ausgesetzt gewesen waren, wurden die Versuchsstücke aus Leitungsabschnitten entnommen, die keinen außergewöhnlichen Einwirkungen, wie z. B. durch Rauch, Gase oder chemische Dämpfe ausgesetzt sind, da lediglich der Einfluß der Witterung auf die Oberflächenbeschaffenheit dieser Leiterseile festgestellt werden sollte. Es zeigte sich auch in diesem Falle ein sehr plötzlicher Anstieg des negativen Koronastromes, wie dieser bereits bei den polierten Leitern beobachtet werden konnte, woraus hervorgeht, daß diese Erscheinung nicht ausschließlich auf die Beschaffenheit der Leiteroberfläche zurückzuführen ist.

Hochfrequenzstrahlungen im Gebiet der negativen Korona waren ähnlich denen bei polierten Leitern beobachteten. Die Feldstärkemessungen dieser Strahlungen ergaben indessen, daß ungeachtet des Umstandes, daß die Strahlung bei niedrigerer Spannung als bei polierten Leitern einsetzte, sie für entsprechende Beträge über der kritischen Koronaspannung bei den polierten Leitern stärker war als bei den aus den Leitungsstrecken entnommenen. Auch war der Anstieg des Koronastromes bei den polierten Leitern sehr viel rascher. Bei den Versuchen mit abgeschürften und mit unregelmäßigen kleinen Erhebungen versehenen Leiterstücken trat im Gegensatz zu den Beobachtungen an polierten und glatten Leitern die Hochfrequenzstrahlung sowohl in der negativen als auch positiven Halbwelle der Spannung auf. Die positive Hochfrequenzstrahlung ergab sich erst bei Spannungen über den Wert der kritischen Spannung der sichtbaren Korona und konnte nur mit zunehmender Rauhigkeit der Leiter gesenkt werden. Auch war die Art des Störungsgeräusches im Empfänger sehr verschieden von dem des durch die negative Korona hervorgerufenen und äußerte sich in einzelnen heftigen, voneinander unterscheidbaren Knacken. Frisch verlegten Leitungsseilen haften von der Herstellung und Beförderung her Fettreste und sonstige Verunreinigungen an, die wenigstens bis zu ihrer Abwitterung im Betriebe die Bildung der Korona beeinflussen. Die Versuche an solchen verunreinigten Leiter-

[1]) ETZ 56 (1935) S. 423.

stücken ergaben auf die Korona zurückzuführende Hochfrequenzstrahlungen in der negativen und positiven Halbwelle schon bei verhältnismäßig niedrigen Spannungen. Weitere Versuche an polierten Leiterstücken, die mit Maschinenöl eingerieben waren, ergaben eine Senkung der kritischen Spannung der sichtbaren Korona unter den an trockenen polierten Leitern beobachteten Wert, doch trat selbst bei Steigerung der Spannung bis zum doppelten Wert der sichtbaren Korona in der positiven Halbwelle keine Hochfrequenzstrahlung auf. Ein unregelmäßiger Überzug des Leiters mit Vaseline verursachte dagegen außer der Herabsetzung der kritischen Spannung auch in der positiven Halbwelle bei sehr niedrigen Spannungen wiederum Hochfrequenzstrahlungen.

Die Beobachtungen scheinen die auf der Townsendschen Theorie der Stoßionisation und die verschiedenartige Beweglichkeit positiver und negativer Ionen in Raumladungen aufgebaute Theorie der Wechselstromkorona zu bestätigen. [F. O. McMillan, Electr. Engng. 54 (1935) S. 282.] *O. N.*

Werkstatt und Baustoffe.

621. 365: 669. 25 **Die Metallurgie des Kobalts im elektrischen Ofen.** — Die ständig zunehmende Verwendung von Kobalt zum Legieren von Stählen hat auch die Nachfrage nach diesem Metall immer mehr gesteigert. Für die Verhüttung der kobalthaltigen Erze kann man den Wassermantelofen oder den Flammofen oder den elektrischen Ofen verwenden. Wenn verschiedene Hüttenwerke, die Fundstätten in Belgisch-Kongo, Rhodesien und Marokko sich für den letzteren ausgesprochen haben, so hat dies nicht zuletzt seinen Grund darin, daß der elektrische Ofen einen genügend heißen und reduzierenden Gang gestattet und daß man auch eine kobaltreiche Schlacke und Legierung erhält. Beim Behandeln der reichen, 6 % Kobalt enthaltenden Erze in Belgisch-Kongo setzt man den Möller aus Erz, Schlacken und 150 kg Koks oder Holzkohle je t Erz und Schlacke zusammen. In Rhodesien werden die Erze der Schwimmaufbereitung unterzogen, wobei sich Rückstände ergeben, die in einem elektrischen kippbaren Ofen von 3 t Inhalt behandelt werden. Dieser Ofen ist ein Dreiphasen-Ofen von 2500 kVA. [J. Four. électr. 43 (1935) S. 55.] *Kp.*

621. 315. 2. 015. 5 **Dielektrische Festigkeit von Mineralölen.** — Die Untersuchungen von F. M. Clark erstrecken sich auf Isolieröle, aus denen Verunreinigungen, wie Wasser und feste Schwebeteilchen sorgfältig entfernt sind, die aber immer noch mehr oder weniger große Gasmengen in gelöstem Zustand enthalten. Das Gaslösevermögen hängt von den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Isolieröle ab. Wesentlich ist die Feststellung, daß die Druck- und Temperaturabhängigkeit des Gaslösevermögens und der Durchschlagspannung eines Öles einen ganz ähnlichen Verlauf nimmt. Die Abhängigkeit der Durchschlagspannung des Öles vom Druck und von der Temperatur läßt sich nach den Untersuchungen mit Hilfe der relativen Dichte D des in der Flüssigkeit gelösten Gases durch eine einfache mathematische Beziehung beschreiben. Dabei ist $D = V_1/V$, wobei V der prozentuale Gasgehalt (Volumen) des Gas-Öl-Gemisches bei normalen Bedingungen (25 ° C, 760 mm) und V_1 bei den besonderen betrachteten Bedingungen ist. (Vor Berechnung von V_1 Gasvolumen auf 25 ° C, 760 mm reduziert.) Die Durchschlagspannung U_d zwischen Plattenelektroden (1 " Dmr., 0,1 " Abstand) berechnet sich zu $U_d = A \cdot D^n$, dabei ist A die Durchschlagspannung des Öles bei normalen Bedingungen (25 ° C, 760 mm), D die relative Dichte des Gases bei den besonderen betrachteten Bedingungen, n ein für die verschiedenen Ölarten durch Versuche zu ermittelnder Exponent. [Electr. Engng. 54 (1935) S. 50.] *Obs.*

621. 315. 6. 001. 5 **Isolierstoff—Forschung.** — Am 26. I. 1935 berichteten Prof. Dr. Schering und seine Mitarbeiter in einer Sitzung des erweiterten Beirats für Isolierforschung der Hannoverschen Hochschulgemeinschaft über die auf diesem Gebiete ausgeführten Arbeiten. In einer Gruppe von Arbeiten wurde der Einfluß der Form der Spannungskurve bei einer Frequenz von 50 Hz auf den Durchschlag hochreiner flüssiger und fester Kohlenwasserstoffe untersucht (Koppelmann, Weber, Bähre, Bredner). Bei großer Reinheit der Stoffe war der Durchbruch vom Scheitelwert und nicht vom Effektivwert der Spannung abhängig, so daß es sich hier nicht um einen Wärmedurchschlag, sondern um einen elektrischen Durchschlag handelt. Es wurden Durchbruchfeldstärken von 1000 kV/cm und mehr erhalten. Koppelmann entwickelte eine Theorie des elektrischen Durchschlags flüssiger Isolierstoffe auf Grund des Verdampfungsdruckes, die auf Durchbruchfeldstärken von der gemessenen Größenordnung führt. Für Untersuchungen an Isolierstoffen mit Stoßbeanspruchung wurde ein Stoßspannungserzeuger für 500 kV mit geringer Induktivität und Preßgasfunkenstrecken entwickelt, der eine ungewöhnliche Steilheit von 100 kV/m liefert (Schering und Raske). Ein Kathodenoszillograph mit einer neuen Anordnung der Strahlsammlung und einem Durchführungsisolator für 500 kV Stoßspannung ist nahezu fertiggestellt (Raske). Zur Erzielung gleichmäßiger Spannungsverteilung an diesem Isolator wurde ein bequemes Verfahren zur Messung der Spannungsverteilung an Isolatoroberflächen bei 10 kV mit einem Neonröhrchen mit Glimmkapillare entwickelt (Schering und Raske). Der Klydonograph wurde dahin verbessert, daß große regelmäßige Figuren bei Proportionalität zwischen Strahllänge und Spannung erzielt wurden. Die Breite der Strahlen positiver Figuren nimmt mit wachsender Steilheit zu. Bei sehr steiler Stirn werden die Strahlen zu etwa ¾ cm breiten Streifen (Hartje).

Zur Feinmessung des dielektrischen Verlustwinkels entwickelte Mau eine Vierkapazitätenbrücke mit Erdhülle, deren Einstell- und sonstige Fehler auf ein Milliontel herabgedrückt wurden. Zwei Preßgaskondensatoren verschiedener Kapazität wurden durch eine geringfügige Änderung der Hochspannungselektrode auf ein Milliontel winkelfrei gemacht. Mit dieser Anordnung konnte der Verlustwinkel sehr kleiner Kapazitäten wie 1 pF gemessen werden, wodurch die Untersuchung sehr reiner Isolierstoffe ermöglicht wird.

Die Messung des Verlustwinkels betriebsmäßig geerdeter Objekte z. B. von verlegten Hochspannungskabeln wurde durch eine Hochspannungs-Gegeninduktivität ermöglicht (Schering), die von Potthoff und Mollwo technisch durchgebildet und winkelfrei gemacht wurde. Potthoff entwarf eine astatische Niederspannungs-Gegeninduktivität mit fast proportionaler Skala. Mit dieser Brückenanordnung konnte Potthoff die Koronaverluste einer dreiphasigen Hochspannungsfreileitung untersuchen und die Umrechenbarkeit von einphasigen Reusenmessungen feststellen. Krull wies nach, daß in dem technisch interessierenden Gebiet kleiner Koronaverluste die Peek'sche Formel nicht gilt. Er gab dafür eine neue Formel an. Potthoff und Mathiesen fanden, daß in diesem Gebiet größere Feuchtigkeiten von erheblichem Einfluß auf die Koronaverluste sind und zeigten, daß der Feuchtigkeitseinfluß und der Einfluß der Leiteroberfläche auf die Verdickung der Wasserhaut gemäß der elektrischen Spannungsreihe der Metalle und der Metallverbindungen zurückzuführen ist. [Mitt. Hannov. Hochschulgemeinschaft, H. 16 (1935).] *Rsk.*

621. 315. 616. 92 **Zelluloseazetat als Isolierstoff.** — Die Herstellung von Zelluloseazetat aus ausgesuchten Rohstoffen und die Anwendungen in Form von Lack, gieß- und spritzfähiger Masse sowie von Folien für elektrotechnische Zwecke erörtert A. R. Dunton. Eine Reihe von Abbildungen zeigen imprägnierte Spulen (einfache Magnetspule und eine Hochspannungständerwicklung), Hochspannungschalter mit gespritzten Isolierungen aus Zelluloseazetat und Maschinen zur Herstellung von Isolierbändern. Für den Isolierfilm werden folgende Eigenschaften angegeben:

Wasseraufnahme nach 24 h: 3,9%.
Durchschlagspannung: 6 kV bei 20° und bei 90° für Film von 0,076 mm Stärke,
6 kV nach 24stündigem Liegen im Wasser bei 20°,
7,5 kV nach 24stündiger Erhitzung auf 90°, bei 90° gemessen.
Dielektrischer Verlustfaktor: 0,023.
Dielektrizitätskonstante: 4,77.

[A. R. Dunton, Electrician 113 (1934) S. 696.] *Stdt.*



WIRTSCHAFTSTEIL.

Beitrag zur Kostenverteilung eines Elektrizitätswerkes.

(Ausgearbeitet am Lehrstuhl für Elektrizitätswirtschaft, T. H. Darmstadt.)

Von Dipl.-Ing. W. Rennwagen, Darmstadt.

621. 311. 003

Übersicht. Für ein der Praxis entnommenes Beispiel wird eine Analyse von Belastungskurven durchgeführt. Nach dem Benutzungsdauerverfahren wird die Verteilung der Kosten auf die Abnehmergruppen vorgenommen und ein für alle Niederspannungsabnehmer gemeinsamer Mehrfachtarif abgeleitet.

Es ist kennzeichnend für die Lage der Kostenrechnung des Versorgungsbetriebes, daß das Problem des Nachweises für die Richtigkeit des Preises gerade jetzt wieder stark erörtert wird[1]), ohne daß völlige Einmütigkeit über die Lösung und den Weg zu ihr besteht. Zwei neuerdings erschienene Arbeiten[2]) zeigen jedoch Übereinstimmung an Beispielsrechnungen in einer Reihe von Punkten, die man als allgemeingültig herausstellen kann.

1. Aufteilung der Kosten nach Leistungskosten (K_L)[3]), Arbeitskosten (K_F) und Zählerkosten (K_Z).
2. Aufteilung des Versorgungsbetriebes in Kostenstellen nach dem technischen Aufbau, und zwar sollen auch hier, wie allgemein üblich, unterschieden werden: Erzeugung, Hochspannung, Niederspannung.
3. Aufteilung der Arbeitskosten (K_F) nach den Abnahmemengen.
4. Aufteilung der Zählerkosten (K_Z) nach den Abnehmern.

Diese Grundlagen sollen auch hier vorausgesetzt werden; wir wollen aber für den Rest, nämlich die Verteilung der Leistungskosten (K_L) einen anderen Weg gehen, der dann auch zu etwas anderen Folgerungen für den Tarif führen wird. Und zwar:

Während andere im wesentlichen die Verteilung nach den Spitzenanteilen vornehmen, soll hier das „Benutzungsdauerverfahren"[4]) angewandt werden, das folgende Grundgedanken hat: Sind die Leistungskosten einer Kostenstelle K_L und ist ihre Spitze S, so sind die Einheitskosten $k_L = K_L/S$ (Rpf/kW). Wird ein Leistungselement ΔL_t im Jahr während h Benutzungsstunden gebraucht, so entfällt auf eine Stunde k_L/h (Rpf/kWh), also ein um so größerer Betrag, je kleiner h ist. Die für eine bestimmte Leistung $L_t = n_t \, \Delta L_t$ entstehenden Leistungskosten einer kWh erhält man durch Bildung des Mittelwertes aus den verschieden hohen Kosten sämtlicher zur Erzeugung dieser Leistung notwendigen Leistungselemente. Sie sind bei schwankender Last stark veränderlich. Die Ermittlung des Kurvenzugs Rpf/h $= f(t)$ — der im Verlauf eines Tages starke Schwankungen zeigt — wird rein zeichnerisch vorgenommen. Durch Division mit der abgegebenen Leistung L_{t_1} werden die Kosten der kWh gefunden. Auch diese sind im Verlauf des Tages stark veränderlich, wie später gezeigt wird. Multipliziert man die so gefundenen Kosten einer kWh mit der Leistung eines Verbrauchers „i", so erhält man den Kostenverlauf Rpf/h in Abhängigkeit von der Tageszeit. Die unter dieser Kurve liegende Fläche stellt den Betrag der Kosten des Verbrauchers „i" dar. Die Summe sämtlicher Verbraucherkosten sind dann wieder die gesamten Leistungskosten, weil in jedem Augenblick die Summe der Verbraucherleistungen ihrerseits die Gesamtleistung ergibt.

Zur Durchführung der Rechnung braucht man also: 1. Die Einheitskosten der einzelnen Kostenstellen, 2. den Verlauf der Belastungskurven in allen Kostenstellen, deren Beschaffung an folgendem Beispiel gezeigt werden soll.

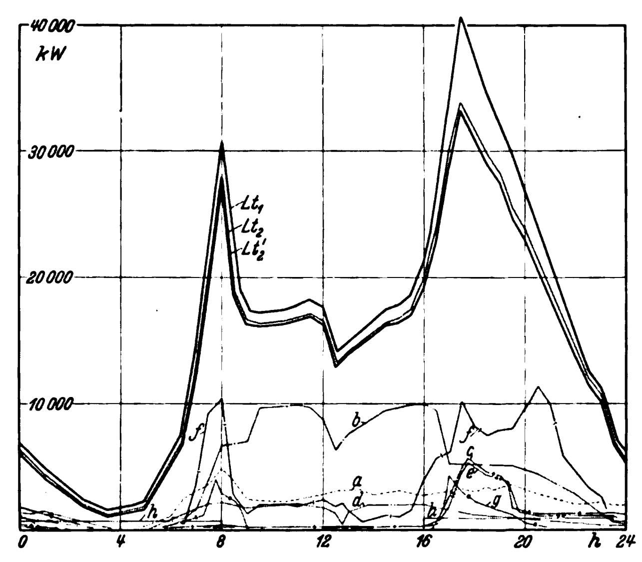
1. Die Kosten für das Versorgungsgebiet einer Stadt mit etwa 500 000 Einwohnern sind in der Einteilung nach Kostenstellen den Büchern entnommen und in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Zahlentafel 1.

	Kosten in RM.		
	Leistungskosten K_L	Arbeitskosten K_F	Zählerkosten K_Z
Kostenstelle I . . .	6 500 000	2 625 000	11 500
Kostenstelle II . .	3 325 000		63 500
Kostenstelle III . .	2 300 000		2 425 000
	12 125 000	2 625 000	2 500 000

2. Die Belastungskurven der Abnehmergruppen (Zahlentafel 2) wurden — da Messungen in größerem Umfange nicht möglich waren — aus der Analyse durch Differenzbildung[5]) gewonnen. Das Jahr wurde in 5 Zeitabschnitte eingeteilt, innerhalb deren eine etwa gleichbleibende Abnahme (ähnliche Tagesbelastungskurven) vorlag. Je eine Tagesbelastungskurve wurde dann als mittlere Kurve ausgesucht, die für eine bestimmte „Geltungsdauer" (Zahlentafel 2) als „typisch" betrachtet wird.

Für die Untersuchung waren bekannt: Die gesamte Abgabe ins Netz ohne Verluste für jeden dieser Tage, die Abnahmekurven der Gruppen Straßenbahn und Straßenbeleuchtung; der Bezug der 8 Gruppen in jedem Zeitabschnitt (Zahlentafel 2), die Verluste und der Eigenbedarf; somit die Gesamterzeugung im Jahr.



L_{t_1} Gesamte Erzeugung
L_{t_2} Nutzleistung + Eigenbedarf
L'_{t_2} Nutzleistung
- - - - - - - a Straßenbahn
—·— b Industrie, Gewerbe (Großabnehmer)
—+— c Läden (Großabnehmer)
—··— d Industrie, Gewerbe (Kleinabnehmer)
—++— e Läden (Kleinabnehmer)
—|— f Haushalt
—||— g Büros
—···— h Straßenbeleuchtung

Abb. 1. Tagesbelastungskurven (Wintertag).

Abb. 1 zeigt den Verlauf der abgegebenen Leistung ohne Verluste (L'_{t_2}) während des Wintertags, die in die

[1]) E. Unger, Elektr.-Wirtsch. 33 (1934), S. 364. — S. Philippi, Elektr.-Wirtsch. 33 (1934), S. 401.

[2]) W. Howard, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 25 (1934) S. 730. R. Gabler, Wasserwirtsch. u. Technik. 28 (1935) S. 16, 36. Ferner: R. Schneider, ETZ 53 (1932) S. 5, 33. H. Junge und G. Schnaus, Betr.-Wirtsch. (1934) S. 262, 296.

[3]) Hierin sollen, da die Leistungskosten schlechthin feste Kosten sind, auch unabhängige Kosten enthalten sein.

[4]) H. Junge, „Die Dynamik der Kostenrechnung elektrischer Versorgungsbetriebe ....", Diss. Darmstadt 1935 (im Druck).

[5]) R. Schneider, ETZ 50 (1929) S. 337, 383



Gruppenkurven zerlegt wurde. Ebenso wurden die anderen vier typischen Tagesbelastungskurven durch Differenzbildung analysiert.

Bei richtiger Analyse müssen die Arbeitsinhalte der Gruppenkurven an den typischen Tagen, mit ihrer entsprechenden Geltungsdauer vervielfacht, den Bezug der einzelnen Gruppen in kWh ergeben, wie er als Unterlage (Zahlentafel 2) bekannt war.

Zahlentafel 2.

Gruppe / Geltungsdauer (Tage)	Bezug in MWh					
	Frühj. 75	Sommer 60	Herbst 65	Winter 100	Sonnt. 65	Jahr 365
a) Straßenbahn	3 725	2 975	3 125	5 275	2 350	17 450
b) Industrie (Großabn.)	7 400	5 350	6 075	11 225	1 825	31 875
c) Läden (Großabn.)	1 125	650	950	2 150	325	5 200
d) Industrie (Kleinabn.)	2 250	1 700	1 825	2 975	600	9 350
e) Läden (Kleinabn.)	750	225	925	1 925	50	3 875
f) Haushalt	3 800	2 475	2 950	7 600	2 575	19 400
g) Büros	1 100	275	500	1 250	125	3 250
h) Straßenbeleuchtung	700	350	600	1 400	350	3 400
	20 850	14 000	16 950	33 800	8 200	93 800
Verluste	—	—	—	—	—	12 300
Eigenbedarf	—	—	—	—	—	7 150
Gesamterzeugung	—	—	—	—	—	113 250

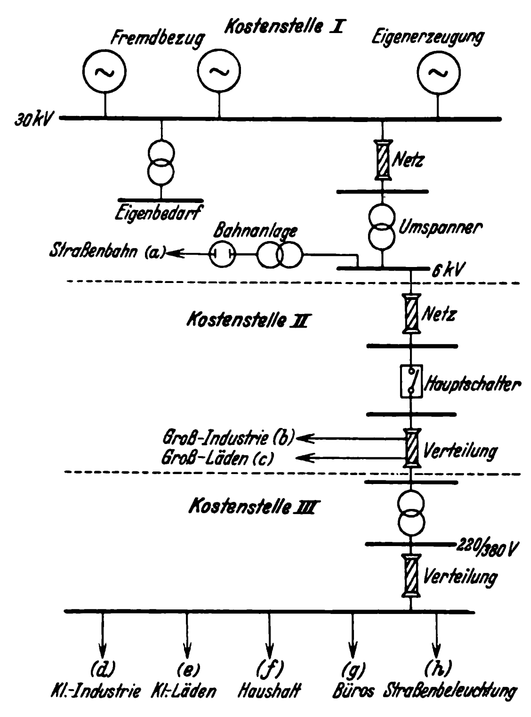


Abb. 2. Schema des Versorgungsbetriebes.

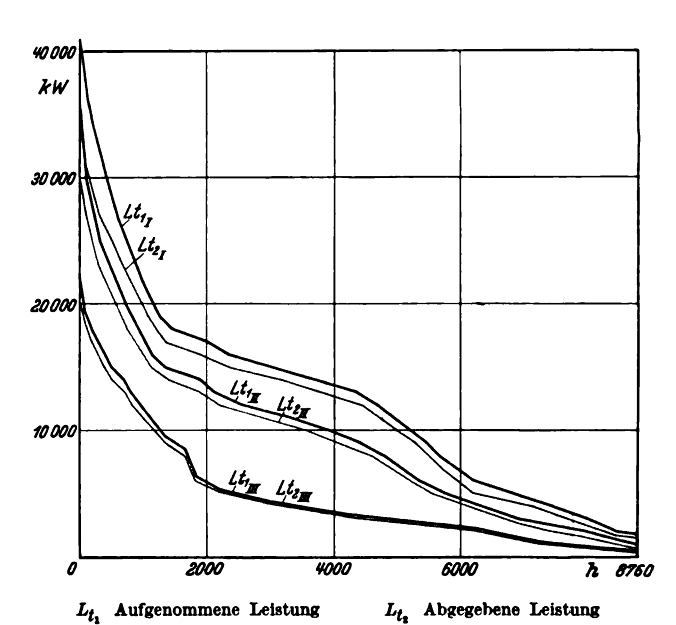
Wie aus der zeichnerischen Darstellung (Abb. 2) ersichtlich, umfassen die 3 Kostenstellen, in die der Versorgungsbetrieb in Richtung des Energieflusses aufgeteilt wurde, folgende Anlageteile:

Kostenstelle I: Erzeugung, Eigenbedarf, 30 kV-Verteilung für die Gruppe Straßenbahn (*a*).

Kostenstelle II: 6 kV-Verteilung für die Gruppen Großindustrie (*b*) und Großläden (*c*).

Kostenstelle III: Niederspannungsverteilung für die Gruppen Kleinindustrie (*d*), Kleinläden (*e*), Haushalt (*f*), Büros (*g*) und Straßenbeleuchtung (*h*).

Der eingangs untersuchten Netzabgabekurve L'_{t_2} wurde der bekannte Eigenbedarf aufgestockt. Er beträgt im Jahre 7150 MWh und wurde auf die Tage gleichmäßig verteilt. In Abb. 1 wird er durch die Fläche zwischen den Kurven L'_{t_2} und L_{t_2} dargestellt. Die Fläche unter der Belastungskurve L_{t_2} — da zur Kostenstelle I gehörend — mit „*I*" bezeichnet — gibt die Summe aus den Gruppenabnahmen und dem Eigenbedarf an. Zieht man hiervon die Abnahme der Gruppe Straßenbahn (*a*) und den Eigenbedarf ab, dann erhält man die Summe der Abnahmen durch die Gruppen *b* bis *h*. Diese Kurve stellt den Verlauf der Abgabeleistung der Kostenstelle II ($L_{t_{2II}}$) dar. Die Abgabe der Kostenstelle III ($L_{t_{2III}}$) erhält man wiederum auf dieselbe Art: Man zieht von der Kurve $L_{t_{2II}}$ die Bezüge der Abnehmer Großindustrie (*b*) und Großläden (*c*) ab. Die Abgabekurven der drei Kostenstellen sind in Abb. 3 als geordnete Jahresbelastungskurven dargestellt.



L_{t_1} Aufgenommene Leistung L_{t_2} Abgegebene Leistung

Abb. 3. Geordnete Jahresbelastungskurven der Kostenstellen I bis III.

Da unter jeder Abgabekurve jeweils die Summe der Abnahmen in der betr. Kostenstelle liegt, wird jede Kostenstelle nur mit den Kosten belastet, die durch in ihr enthaltene Abnehmer verursacht sind. Durch Erhöhen der Tageskurven ($L_{t_{2I-III}}$) um die Verluste kommt man zu den Belastungskurven der Aufnahme ($L_{t_{1I-III}}$). Die Verluste einer Kostenstelle setzen sich aus den eigenen Verlusten und denjenigen, die in Richtung des Energieflusses hinter der betr. Stelle liegen, zusammen. Beispielsweise trägt die Kostenstelle I ihre eigenen Verluste und die anteiligen Verluste der Kostenstelle II und III. Die Nutzarbeiten F_2 unter den Kurven L_{t_2} stehen in Zahlentafel 3, Spalte 4.

Zahlentafel 3.

	Aufnahme			Abgabe			Verluste			Feste Verl. Leist.	Arbeitsverlustfaktor	Konstante
	Arbeit F_1 MWh	Spitze S_1 kW	Bel.*) Faktor m_1	Arbeit F_2 MWh	Spitze S_2 kW	Bel.*) Faktor m_2	gesamte F_V MWh	feste F_{V_f} MWh	veränd. F_{V_v} MWh	L_{tV_f} kW	ϑ_{s_2}	C 1/kW
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Kostenstelle I	113 250	40 670	0,318	100 950	33 815	0,338	3 060	305	2 755	35	0,1688	$0{,}0983 \cdot 10^{-6}$
Kostenstelle II	85 590	34 930	0,280	76 350	29 700	0,293	6 150	1 510	4 640	70	0,1350	$0{,}3190 \cdot 10^{-6}$
Kostenstelle III	42 365	21 780	0,222	39 275	19 900	0,225	3 090	1 390	1 700	160	0,0916	$0{,}4340 \cdot 10^{-6}$
Summe	—	—	—	—	—	—	12 300	3 205	9 095	—	—	—

*) Belastungsfaktor $m = \frac{\text{Gesamte geleistete Arbeit im Jahr}}{\text{Im Jahr auftretende Spitze} \times 8760} = \frac{F}{S \cdot T}$.

Die Verluste der einzelnen Kostenstellen (Spalte 7) setzen sich aus festen und veränderlichen Anteilen zusammen. Der feste Anteil wurde nach der Umspannerleistung berechnet. Zur Aufteilung der veränderlichen Verlustarbeit dient die Beziehung

$$F_{V_v} = \frac{\vartheta_{s_2} \, C \, S_{w_2}^2 \, T}{\cos \varphi_{S_2}^2} \qquad (5)$$

Hierin bedeutet:

F_{V_v} = Ges. veränderliche Verlustarbeit (Zahlentafel 3, Sp. 9),
ϑ_{s_2} = Arbeitsverlustfaktor der abgegebenen Scheinleistung,
S_{w_2} = Spitze der abgegebenen Wirkleistung (Zahlentafel 3, Sp. 5),
T = 8760 Stunden,
$\cos \varphi_{S_2}$ = Leistungsfaktor der Nutzspitze.

Der Arbeitsverlustfaktor ϑ_{s_2} ist für normale Belastungskurven bei gegebenem Belastungsfaktor bekannt[6]). Aus der Gleichung läßt sich demnach die Konstante C errechnen (Zahlentafel 3, Sp. 12). Die aufgenommene Leistung L_{t_1} (Abb. 3) errechnet sich dann aus der abgegebenen Leistung L_{t_2} und den Verlusten zu:

$$L_{t_1} = L_{t_2} + L_{t_{V_f}} + C \, L_{t_2}^2 .$$

Der Flächeninhalt unter der Kurve $L_{t_{1I}}$ ist gleich der Gesamterzeugung des Jahres in Höhe von 113 250 MWh (Zahlentafel 2). Der bei der Analyse auftretende Fehler betrug 0,3 %.

Wenn man an Hand dieser Kosten und Kurven die Verteilung nach dem beschriebenen Verfahren vornimmt, erhält man für die Zahlen des Beispiels den Verlauf der Durchschnittskosten einer kWh während eines Tages, wie Abb. 4 für die drei Kostenstellen (Wintertag) darstellt. Das Verfahren erstreckt sich ebenso auf die anderen vier typischen Tage des Jahres.

Die Kosten einer kWh zeigen hiernach im Verlauf eines Tages starke Schwankungen, die durch die Veränderlichkeit der Nutzleistung hervorgerufen werden. Zu Zeiten hoher Leistung sind die Kosten groß, bei niedriger Last klein. Bei kleinem Belastungsfaktor sind die Schwankungen am stärksten; man kann das am Vergleich der drei Kurven feststellen, wenn man ihre Belastungsfaktoren heranzieht. Die Kosten wachsen mit der Entfernung der Kostenstelle vom Kraftwerk. Deswegen liegt z. B. die Kostenkurve der Kostenstelle III über den beiden anderen, weil schließlich diese Kostenstelle an den Kosten der beiden anderen beteiligt ist.

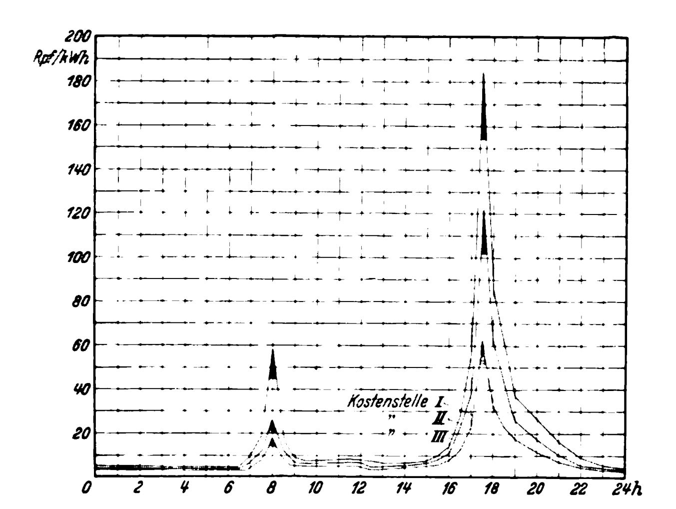


Abb. 4. Durchschnittskosten einer kWh (Rpf/kWh) der Kostenstellen I bis III (Wintertag).

Mit den Belastungskurven der einzelnen Abnehmergruppen geht man nun in diese Kurven hinein und multipliziert (wie früher gezeigt wurde) ihre Leistung jeweils mit den gleichzeitig geltenden Kosten einer kWh, planimetriert die Inhalte der Flächen unter den so entstehenden Kurven, die die Kosten der Gruppen an dem betr. Tage ergeben. Zählt man gleichzeitig die Arbeitskosten — in Höhe von 2,32 Rpf/kWh in der Erzeugung — hinzu, und addiert man die Kosten aller typischen Tage — mit der Geltungsdauer vervielfacht —, so hat man die Gesamtkosten der Gruppen ($K_L + K_F$), wie sie in Zahlentafel 4, Sp. 1, angegeben sind.

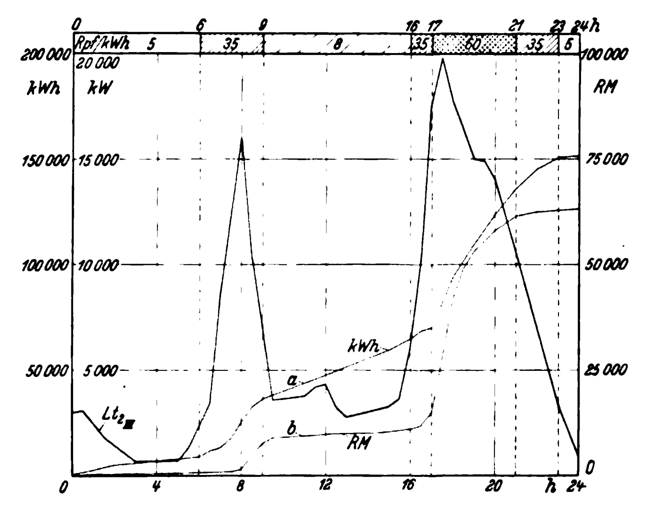
Hinzu kommt als letzter Bestandteil noch die Zählerkosten (Kapitaldienst, Unterhaltung, Verrechnung), die nach der Art der Zähler umgelegt werden. Man erhält damit die Beträge der Sp. 3 in der Zahlentafel 4.

Zahlentafel 4. Gesamtkosten und spezifische Kosten.

	Leistungs- und Arbeitskosten		Leistungs-, Arbeits- und Zählerkosten		Berechnete Preise des Mehrfachtarifes
	Ges. Kosten	spez. Kost.	Ges. Kosten	spez. Kost.	
	$K_L + K_F$	$k_L + k_F$	$K_L + K_F + K_Z$	$k_L + k_F + k_Z$	$k_L + k_F + k_Z$
	RM/Jahr	Rpf/kWh	RM/Jahr	Rpf/kWh	Rpf/kWh
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
a) Straßenbahn . .	1 205 000	6,906	1 206 200	6,912	—
b) Großindustrie .	3 081 700	9,677	3 338 325	10,473	—
c) Großläden . . .	1 125 800	21,634	1 149 800	22,112	—
d) Kleinindustrie .	1 159 550	12,401	1 789 550	19,140	21,31
e) Kleinläden . .	1 373 230	35,438	1 381 005	35,639	33,85
f) Haushalt . . .	5 638 000	29,062	7 138 000	36,794	34,78
g) Büros	1 069 800	32,920	1 149 000	35,323	30,65
h) Straßenbel. . .	545 950	16,057	547 150	16,093	19,25

Die Summe der Spalte 1 ergibt 15 199 030 RM gegenüber dem Betrag von 14 750 000 RM an Leistungs- und Arbeitskosten nach Zahlentafel 1. Der zeichnerische Fehler des Verteilungsverfahrens beträgt somit nur etwa 3 %.

Die Ergebnisse der vorgenommenen Kostenrechnung stimmen mit den Tarifen der Werke gut überein, die errechneten Durchschnittskosten entsprechen den in diesem Fall tatsächlich erzielten Preisen. Der Gedanke liegt nahe, die Preise nach der Kurve der Einheitskosten auszurichten, d. h. sie mit der Leistung oder Tageszeit veränderlich zu machen. Eine Ausführungsform ist der Mehrfachtarif, dessen Grundgedanke schon lange bekannt ist[7]) und der beispielsweise in der Schweiz angewandt wird. Bei einem solchen Mehrfachtarif wird im wesentlichen die stetige Linie der Einheitskosten (Abb. 4) in einen treppenförmigen Linienzug überführt. Der Tarif



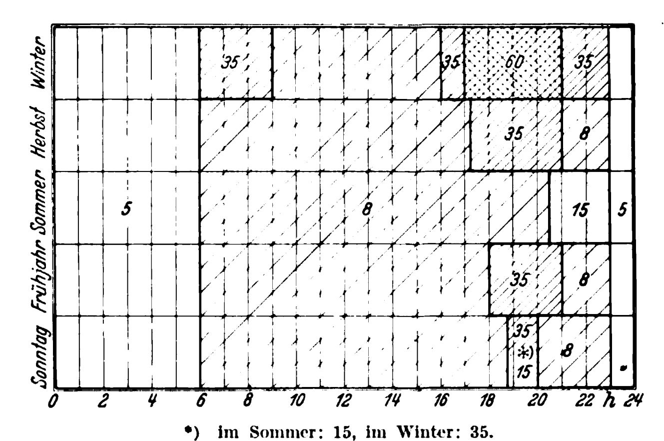
$L_{t_{2III}}$ Abgegebene Leistung der Kostenstelle III
a Arbeitssummenlinie (kWh) b Kostensummenlinie (RM)

Abb. 5. Tarif (Wintertag).

[6]) M. Wolf, ETZ 52 (1931) S. 1267; ETZ 53 (1932) S. 1005; Leistungsfaktor der Nutzspitze = 0,9. Trögersche Konstante = 0,25.

[7]) G. Kapp, ETZ 15 (1894) S. 310; G. Rasch, ETZ 16 (1895) S. 739; A. Wright, ETZ 23 (1902) S. 90; F. Hoppe, ETZ 25 (1904) S. 733; G. Rasch, ETZ 25 (1904) S. 532.

kann dann, wenn er der Kostenkurve genügend eng folgt, einheitlich allen Abnehmern einer Kostenstelle angeboten werden[8]). Wir wollen das am Beispiel der Abnehmer der Kostenstelle Niederspannung zeigen. Zur Berechnung der Tarifstufen, die im Einzelfall mehrere Male wiederholt werden muß, zeichnet man nach Abb. 5 die Arbeitssummenlinie und die Kostensummenlinie als Hilfskurven[9]). Aus ihnen kann man durch einfache Division für beliebige Zeitabschnitte den Tarifsatz berechnen, bei dem die Gesamteinnahmen in dieser Zeit gerade die Gesamtkosten decken.



*) im Sommer: 15, im Winter: 35.

Abb. 6. Tariftopographie (Rpf/kWh)

Diese Berechnung ist in Abb. 5 dargestellt. Wird das Verfahren für alle fünf typischen Tage durchgeführt, so ergibt sich ein Mehrfachtarif mit den Preisstufen 5—8—15—35—60 Rpf/kWh, wie er als Tariftopographie[10]) in Abb. 6 dargestellt ist. Am einzelnen Tage treten höchstens vier Tarifpreise auf. Die meßtechnische Aufgabe des Tarifes kann mit einem Gerät bewältigt werden, dessen Grundzüge vom Doppeltarifzähler bekannt sind. Daß die erforderliche „Tarifgenauigkeit" hiermit erreicht wird, geht aus den Durchschnittspreisen (s. Zahlentafel 4, Sp. 5) hervor, die den Durchschnittskosten entsprechen.

[8]) M. Chirol, Elektrotechn. u. Maschinenb. 50 (1932) S. 668, Rev. gén. Electr. 32 (1931) S. 795; L. Martenet, Elektr.-Verwertg. 8 (1933/34) S. 290, „Tarification mutiple" Assemblée anuelle de l'Union de Centrales Suisses d'Electricité, Lausanne, 13. Juni 1925; W. zur Megede, Siemens-Z. 13 (1933) S. 165; G. Schnaus, Elektr.-Verwertg. 8 (1934) S. 314.

[9]) In Abb. 5 sind beide eingezeichnet. Man erhält diese Kurven durch Summierung der Flächen unter der Belastungskurve $L_{t_{2\,III}} = f(t)$ bzw. der Kurve Rpf/h $= f(t)$ längs der Zeitachse. Es wird dabei jeweils der Flächeninhalt zwischen $t = 0$ und $t = t_1$ zur Zeit t_1 aufgetragen. Eine in der Zeit t_1—t_2 geleistete Arbeit (bzw. vorhandene Kostensumme) wird als Ordinatendifferenz — zur Zeit t_1 und t_2 gemessen — dargestellt.

[10]) F. Hoppe, ETZ 25 (1904) S. 733.

Die Kurve der Einheitskosten (Abb. 4) kann gleichfalls als Grundlage zur Bildung eines Grundpreistarifes verwendet werden. Das Minimum der Kurve bildet dann den Arbeitspreis. Aus dem Rest der Kosten jeder Gruppe kann dann der Leistungspreis berechnet werden. Wird nur ein Teil der Kurve betrachtet, der durch die mögliche Verbrauchszeit eines Einzelabnehmers bestimmt ist, so ergibt sich ein höheres Minimum (höherer Arbeitspreis). Es ist interessant, daß für die Gruppe Haushalt ein Arbeitspreis von 8 Rpf/kWh abzulesen ist, was mit den praktisch üblichen Werten gut übereinstimmt. Ferner erkennt man, daß das Minimum der Kurve in der Nacht bei 5 Rpf/kWh liegt und somit dem Preis für Nachtstrom nahekommt.

Zusammenfassung:

An Hand eines praktischen Beispiels wurde die Kostenverteilung nach dem Benutzungsdauerverfahren durchgeführt. Die hierzu notwendigen Unterlagen sind: 1. Die Kosten des Werkes, getrennt nach dem Ort ihres Entstehens (Kostenstellen) und nach ihrer Abhängigkeit. Wichtig ist, daß eine Verschiebung der Kosten von einer Kostenstelle nach der anderen unterbleibt, damit nicht hier bereits eine Verfälschung eintritt. 2. Die Belastungskurven des Werkes, aus denen mit Hilfe der Analyse durch Differenzbildung die Gruppenbelastungskurven gefunden wurden. Ein Weg zur Verteilung der Verlustarbeiten wurde beschrieben. Die aus den Kurven charakteristischer Tage entwickelte Jahresdauerlinie bildet sodann den Ausgang des Kostenverteilungsverfahrens. Die theoretischen Grundlagen des Benutzungsdauerverfahrens wurden angegeben. Das Ergebnis der Kostenverteilung sind die Gruppenkosten, deren spezifischen Werte (Rpf/kWh) mit der Wertschätzung des Kunden gute Übereinstimmung zeigen. Wegen der Zuverlässigkeit der Ergebnisse erweist sich das Verfahren als sehr brauchbar. Die Kostenkurven (Abb. 4) geben nicht nur einen vorzüglichen Einblick in die Dynamik der Kosten eines Abnehmers und zeigen, daß diese von der zeitlichen Lage des Verbrauchers innerhalb der Gesamtbelastung abhängen, sondern sie lassen auch interessante Folgerungen für die Preisgestaltung zu: Aus den im Verlauf eines Tages stark schwankenden Kosten einer kWh wurde ein Mehrfachtarif abgeleitet, der — und das ist zu beachten — allen Abnehmern einer Kostenstelle gemeinsam angeboten werden kann.

Landwirtschaft.

621. 311. 1. 003: 631 (41/42) **Die landwirtschaftliche Stromversorgung in England.** — Borlase Matthews gibt einen interessanten Überblick über Stand und Entwicklung der landwirtschaftlichen Stromversorgung Englands im letzten Jahre. An diesem Bericht fällt zunächst eine Tatsache ganz besonders ins Auge, nämlich, daß von insgesamt 395 800 Bauern nur 6500 überhaupt an elektrische Versorgungsnetze angeschlossen sind. Es ist bekannt, daß in England der „Farmer" seit der Manchesterzeit, also seit gut hundert Jahren, ein Stiefkind der Handelspolitik war. Immerhin aber erklärt dieser Umstand nicht allein den großen Abstand zwischen den deutschen und englischen Verhältnissen: In Deutschland sind sicher 80 % der landwirtschaftlichen Betriebe an die Überlandnetze angeschlossen, und über 90 % haben technisch die Möglichkeit dazu, während in England bisher praktisch von einer bestehenden Elektrisierung der Landwirtschaft noch nicht gesprochen werden kann. Der Vorsprung Deutschlands ist wohl, abgesehen von der Wirkung der Inflation, in der eine große Zahl von Anschlüssen erfolgt ist, darauf zurückzuführen, daß das Land selbst durch Genossenschaftsgründungen, die die Kapitalbereitstellung für die Niederspannungsnetze übernahmen, die Auslegung der großen Netze wesentlich erleichterte.

Außerdem erschwert in England wahrscheinlich die Streulage der Siedlungen die Verteilung elektrischer Energie noch ganz besonders.

Nach Matthews ist nun aber für die kommenden Jahre ein grundlegender Wandel zu erwarten, da die bestehenden Elektrizitätswerke Interesse für die Landversorgung bekommen und da sich auch die landwirtschaftlichen Organisationen, das Parlament und die Regierung der Frage angenommen haben. An und für sich stehen genügend Elektrizitätswerke zur Belieferung zur Verfügung: in England 280 und in Schottland 25 Werke. Man hat angefangen, von diesen Werken aus, die wohl vorwiegend städtische und industrielle Bedürfnisse befriedigen, Überlandnetze zu bauen. In der Zeit von April 1933 bis März 1934 wurden etwa 3200 km Verteilungsleitungen ausgelegt und in den letzten fünf Jahren etwa 14 900 km. Heute steht ein Überlandnetz mit einer Gesamtlänge von etwa 20 000 km zur Verfügung, von dem aus bereits beträchtliche Teile der englischen Landwirtschaft beliefert werden könnten.

Besonders weit vorgeschritten sind in dieser Beziehung die Bezirke von Norwich und Bedford. — Im Bezirk von Norwich mit einer Gesamtgröße von etwa 325 km² und mit landwirtschaftlichem Charakter bestehen 1820 Hausanschlüsse. Neben einer großen Anzahl von Zwerg- und Nebenerwerbsbetrieben haben aber nur 157 größere Farmen elektrischen Anschluß. Die Zahl der Anschlüsse ist im letzten Jahr um 21 % und der Stromverkauf um 64 % gestiegen, immerhin eine außerordentlich beachtliche Entwicklung. Im Versorgungsbezirk Bedford mit 4075 Hausanschlüssen, d. i. 67 % der überhaupt vorhandenen Wohnungen, ist der Verbrauch um 43 % gestiegen. Dabei haben 202 Bauernbetriebe je 1321 kWh im Durchschnitt des letzten Jahres verbraucht. Die Strom-

versorgung begann in Norwich im November und in Bedford im April 1930.

Gleichzeitig wendet sich dabei natürlich das allgemeine Interesse stark den Fragen der Strompreispolitik zu, wobei das allgemeine Ziel in einer möglichst wirtschaftlichen Versorgung und in einer möglichst großen Einheitlichkeit der Tarife liegt.

Im Zuge der Propaganda für den Strom sind auch die großen landwirtschaftlichen Ausstellungen in weit stärkerem Maße als bisher von der Elektrizitätsindustrie beschickt worden. Über 40 Firmen zeigten im letzten Jahre Elektroherde, Heißwasserbereiter und andere Geräte. — Ein besonderes Interesse wird der Bodenheizung entgegengebracht, demzufolge alle englischen Kabelfabriken Bodenheizkabel herstellen. Auch Lichtbestrahlungsversuche an Pflanzen werden durchgeführt. — Ganz allgemein geht aber aus dem Bericht von B. Matthews hervor, daß England erst in allerletzter Zeit ernstlich an die Elektrisierung des platten Landes herangeht. [B. Matthews, Electrician 114 (1935) S. 111.] *v. W.*

Energiewirtschaft.

621. 311. 1. 003 (43) **Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland**[1]). — Die Angaben des Statistischen Reichsamts zeigen, daß die Erzeugung im April 1935 insgesamt um 101,2 Mill kWh (6,5 %) hinter der des Vormonats zurückgeblieben ist, arbeitstäglich sie jedoch um 0,7 Mill kWh (1 %) überschritten hat. Der Vergleich mit dem April 1934 ergibt eine Zunahme um 183,8 Mill kWh (15 %), die mit 7,6 Mill kWh prozentual auch arbeitstäglich nahezu erreicht worden ist. Der gewerbliche Verbrauch weist im März gegen den Februar eine Erhöhung um 29,5 Mill kWh (5,4 %) auf, während er je Arbeitstag infolge der Berechnungsweise um 0,6 Mill kWh (2,6 %) gesunken ist. Den Konsum des Parallelmonats von 1934 hat er mit 70,2 bzw. 2,7 Mill kWh (fast 14 %) merklich übertroffen. Wie das Reichsamt sagt, ist der Anschlußwert der gewerblichen Stromverbraucher bei den 103 Werken auf über 5 Mill kW gestiegen.

Monat	von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch			
							insgesamt Mill kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934
I.	1697,8	1425,2	65,3	55,8	592,5	501,0	22,8	19,3	4,54	3,97
II.	1476,7	1285,3	61,5	53,6	550,1	474,4	22,9	19,8	4,56	4,09
III.	1534,4	1337,1	59,0	51,4	579,6	509,4	22,3	19,6	4,41	4,04
IV.	1433,2	1249,4	59,7	52,1	.	498,7	.	20,8	.	4,27

fm.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN.

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Steigende Elektroerzeugung in Großbritannien. — Nachdem der Mitte 1930 eingetretene Schrumpfungsprozeß 1932 im wesentlichen zum Stillstand gekommen war, und — wie in Deutschland — im Frühjahr 1933 von einem ersten Aufschwung abgelöst wurde, brachte das Jahr 1934 der englischen Elektroindustrie eine endgültige Erholung. Der von der BEAMA errechnete, steilansteigende Produktionsindex (Abb. 1) erreichte Ende des Jahres wiederum den Stand von 1930, was bei Heranziehung der Produktionswerte des seinerzeitigen Zensus (1,6 Mrd RM) und bei Ausschaltung der Preisbewegung einer vergleichbaren Jahresproduktion von 1,3 Mrd RM entsprechen dürfte. Im ganzen gesehen wurde diese Aufwärtsbewegung von drei Kräften getragen. Seitens der Industrie äußerte sich der während der Krise aufgestaute Erneuerungsbedarf nunmehr in regen Bestellungen für elektrische Maschinen und Apparate, die ergänzt wurden durch die Lieferung von elektrischen Einrichtungen für die Rationalisierung der industriellen Produktionsstätten. Das von der Krise besonders schwer betroffene Geschäft in elektrischen Großmaschinen für die Stromerzeugung und -verteilung hatte Ende 1933 mit einem Auftragseingang von 46 % (1929 = 100) seinen tiefsten Stand erreicht und blieb auch in den ersten Monaten 1934 hinter der allgemeinen Konjunkturentwicklung zurück. Wachsender Strombedarf der Industrie und Haushaltungen (Stromerzeugung der „Authorised Undertakings" 1934 14,2 Mrd kWh gegenüber 10,3 Mrd 1929) erforderte jedoch eine Erweiterung der eng-

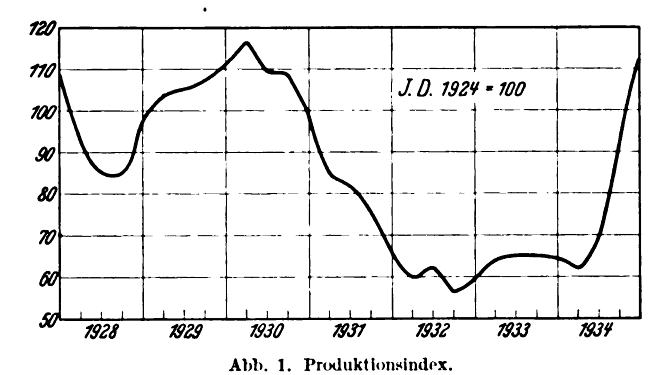


Abb. 1. Produktionsindex.

Zahlentafel 1. Beschäftigte Personen in der englischen Elektroindustrie.

Jahr	Elektrische Maschinen, Anlagen	Kabel, Apparate, Glühlampen usw.	Elektroindustrie
1930	84 764	95 274	180 038
1932	80 548	103 008	183 556
1933	78 327	109 506	187 833
1934	85 561	123 020	208 581

Quelle: Statistik nach der Arbeitslosen-Versicherung „The Ministry of Labour Gazette". Herausgegeben von His Majestys Stationary Office.

lischen Stromversorgung, so daß im Rahmen des 5-Mill-£-Programms des Central Electricity Board die Erstellung zusätzlicher Generatoren- und Kesselanlagen, als auch die Neuerrichtung von Kraftwerken in einzelnen Teilen des Landes für diese Fabrikationsgruppe Ende des Jahres zu namhaften Auftragsbeständen führte. Drittens ist im Laufe des Jahres die Nachfrage nach elektrischen Hauhaltsgeräten außerordentlich gestiegen, wobei Kochgeräte und Heißwasserspeicher bevorzugt wurden. Die Belebung des Binnenmarktes wurde schließlich ergänzt durch eine leichte Ausfuhrsteigerung (145 Mill RM gegenüber 135 i. V.).

Entsprechend der Produktionsausweitung stieg auch die Beschäftigung. Nach der in „The Ministry of Labour Gazette" veröffentlichten amtlichen Arbeitslosenstatistik waren im letzten Vierteljahr 1934 nur noch 6,9 % der versicherten Beschäftigten arbeitslos gegenüber 11,4 bzw. 16,2 % in den beiden Vorjahren. Läßt man die von dieser Statistik nicht erfaßten Beschäftigten mit einem Jahreseinkommen von mehr als 250 £ außer acht, so sind für 1934 208 000 beschäftigte Personen anzunehmen, gegenüber 187 000 im Vorjahr und 175 000 im Jahre 1931 (s. a. Zahlentafel 1).

Schweizer Elektro-Außenhandel 1934. — In den beiden Zahlentafeln 1 und 2 ist der Schweizer Elektro-Außenhandel dargestellt. Sowohl Aus- als Einfuhr sind gegenüber dem Vorjahr gefallen, die Ausfuhr um etwa 15 %, die Einfuhr um etwa 26 %.

Hauptartikel der schweizerischen Ausfuhr (Zahlentafel 1) sind Meß- und Zählvorrichtungen (34,1 %), Maschinen (22,6 %), Schaltapparate und nicht besonders benannte Apparate (16,4 %) und Automobilzubehör (13,2 %). Von diesen Gruppen hat die Apparateposition ihren Ausfuhrwert gegenüber dem Vorjahr um fast 20 % steigern können. Die Ausfuhr der Meß- und Zählvorrichtungen blieb fast unverändert, bei den beiden anderen Gruppen liegen die Einbußen über dem durchschnittlichen Rückgang von 15 %.

Eine Betrachtung der geographischen Verteilung der Schweizer Ausfuhr zeigt die Bedeutung West- und Mitteleuropas als Absatzgebiet. Über 60 % der Ausfuhr gehen nach den sieben Ländern Frankreich, Belgien, Deutschland, Niederlande, Italien, Großbritannien, Spanien, von denen Belgien,

[1]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 681; 56 (1935) S. 594.

Italien und Spanien 1934 mehr als im Jahre 1933 aufgenommen haben. Außerdem stieg die Ausfuhr nach der Tschechoslowakei, den Balkanländern, Portugal, Polen, Österreich und in Übersee nach Argentinien und Britisch-Südafrika. Nach den übrigen Ländern sind Ausfuhrminderungen eingetreten, wobei besonders interessant ist das völlige Ausfallen des Rußlandgeschäftes.

Die Einfuhr (Zahlentafel 2) betrug 19,4 Mill RM, von denen 30 % auf Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie und je 10 % auf elektrische Maschinen und Glühlampen fallen. Wichtigste Lieferländer waren Deutschland und die Niederlande, die beide zwar ihre Lieferungen um etwa 20 % verringert haben, nach wie vor aber zwei Drittel der Gesamteinfuhr stellen.

Zahlentafel 1. Schweizer Elektro-Ausfuhr 1934.

Absatzländer	1933		1934		davon 1934:									
	1000RM	%	1000RM	%	Elektr. Masch.	Akkum. u. Elemente	Kabel und isolierte Drähte	Meß- u. Zählvorricht.	Tel. u. Tel. mit u. ohne Draht	Glühlampen	Automobilzubehör[1])	Kohle f. d. El.	Schaltapp. u. nicht bes. gen. App.	Sonstiges[2])
Europa	*28 547*	*84,4*	24 296	84,9	4 583	526	391	8 870	759	532	3 584	733	3 675	643
Afrika	*820*	*2,4*	741	2,6	376	9	—	119	—	—	15	—	173	49
Asien	*1 842*	*5,5*	1 729	6,0	804	—	—	422	69	—	61	54	317	2
Nord- u. Südamerika	*2 227*	*6,6*	1 475	5,2	692	5	—	209	44	—	78	0	421	26
Australien	*151*	*0,4*	155	0,5	6	—	—	108	—	—	6	—	28	7
Nicht getrennt ausgewiesen	*243*	*0,7*	237	0,8	6	11	12	25	22	11	29	2	78	41
Insgesamt *1933*	*33 830*	*100*	.	.	*8 699*	*627*	*351*	*9 873*	*935*	*600*	*5 583*	*921*	*3 926*	*2 315*
1934	.	.	**28 633**	**100**	**6 467**	**551**	**403**	**9 753**	**894**	**543**	**3 773**	**789**	**4 692**	**768**
Prozentualer Anteil a. d. Ges.-El.-Ausfuhr *1933*	*100*	.	.	.	*25,7*	*1,9*	*1,0*	*29,2*	*2,8*	*1,8*	*16,5*	*2,7*	*11,6*	*6,8*
1934	.	.	**100**		**22,6**	**1,9**	**1,4**	**34,1**	**3,2**	**1,9**	**13,2**	**2,7**	**16,4**	**2,6**
Ausfuhr in dz *1933*	.	.	.	.	*40 159*	*2 388*	*739*	*8 228*	*464*	*439*	*6 858*	*8 445*	*5 400*	.
1934	.	.	.	.	28 222	2 334	697	7 793	505	331	4 539	7 667	7 117	.
Nach wichtigen Ländern in Europa[3])														
Frankreich	*8 216*	*24,3*	6 637	23,2	1 466	382	72	2 364	103	2	587	47	1 395	219
Belgien	*2 316*	*6,8*	2 442	8,5	113	31	34	1 244	44	1	774	14	160	27
Deutschland	*3 402*	*10,0*	2 193	7,6	330	19	4	727	114	437	90	172	266	34
Niederlande	*2 861*	*8,5*	2 013	7,0	201	—	150	746	231	1	329	—	219	136
Italien	*1 616*	*4,8*	1 733	6,0	317	49	59	524	54	2	207	57	377	87
Großbritannien	*1 865*	*5,5*	1 679	5,9	85	0	7	1 065	24	1	342	—	116	39
Spanien	*1 163*	*3,4*	1 665	5,8	701	13	6	531	55	5	95	11	235	13
Tschechoslowakei	*1 233*	*3,7*	1 336	4,7	32	—	19	590	27	4	600	7	53	4
Balkanländer[4])	*767*	*2,3*	1 112	3,9	368	3	10	392	51	34	15	6	208	25
Nordische Länder[5])	*1 003*	*2,9*	886	3,2	99	22	10	231	42	23	109	14	284	52
Portugal	*169*	*0,5*	791	2,8	547	—	—	39	—	—	7	—	196	2
UdSSR	*3 034*	*9,0*	515	1,8	18	—	—	—	—	—	86	383	28	—
Polen	*294*	*0,9*	505	1,8	95	3	—	115	—	—	261	1	30	—
Österreich	*415*	*1,2*	503	1,7	96	4	20	215	14	1	75	21	54	3
Sonstige	*193*	*0,6*	286	1,0	115	—	—	87	—	21	7	—	54	2
Zus. Europa	*28 547*	*84,4*	24 296	84,9	4 583	526	391	8 870	759	532	3 584	733	3 675	643
Nach wichtigen Ländern in Übersee[3])														
Argentinien	*391*	*1,2*	731	2,6	377	—	—	44	—	—	—	—	297	13
China	*504*	*1,5*	487	1,7	287	—	—	126	5	—	—	—	69	—
Brit.-Indien	*482*	*1,4*	425	1,5	158	—	—	165	—	—	7	—	95	—
Türkei	*306*	*0,9*	287	1,0	168	—	—	35	—	—	6	—	78	—
Brit.-Südafrika	*177*	*0,5*	244	0,9	162	—	—	52	—	—	—	—	30	—
Ägypten	*340*	*1,0*	202	0,7	90	—	—	29	—	—	6	—	77	—
Sonstige	*3 083*	*9,1*	1 961	6,7	642	25	*12*	432	130	11	170	56	371	112
Zus. Übersee	*5 283*	*15,6*	4 337	15,1	1 884	25	12	883	135	11	189	56	1 017	125

[1]) sowie Anlaß- u. Zündvorricht. f. Motorfahrzeuge. — [2]) Hierin sind enthalten: Bogenlampen, and. el. Lampen u. Bel.-Körper, Isolatoren, lackierte Hartpapierwaren, Glaswannen für Akkumulatoren, Isolierröhren, Elektrokarren, el. Lokomotiven, Kochherde u. Öfen, Magnete. — [3]) Geordnet nach der Größe der Ausfuhr 1934. — [4]) Bulgarien, Rumänien, Jugoslawien, Griechenland. — [5]) Dänemark, Norwegen, Schweden, Finnland.

Zahlentafel 2. Schweizer Elektro-Einfuhr 1934.

Gegenstand	*1933*			1934			davon 1934 aus:							
	dz	*1000 RM*	%	dz	1000 RM	%	Deutschland	Niederlande	USA	Frankreich	Großbrit.	Belgien-Lux.	Österreich	übrige Länder
Elektr. Maschinen, Transformatoren usw.	*6 543*	*2 196*	*8,4*	6 480	2 099	10,8	760	244	223	342	178	42	61	249
Akkumulatoren, Elemente, Batterien	*3 522*	*992*	*3,8*	1 519	331	1,7	128	—	51	70	28	4	9	41
Kabel u. isolierte Drähte	*4 658*	*756*	*2,7*	3 279	570	3,0	336	46	2	82	2	18	5	79
Meß- u. Zählvorrichtungen	537	*747*	*2,9*	440	805	4,1	479	45	47	121	42	7	21	43
Telegraphie u. Telephonie mit Draht	*2 506*	*2 842*	*10,9*	897	1 000	5,2	546	5	—	4	11	392	31	11
ohne Draht	*7 021*	*8 559*	*32,8*	4 131	5 863	30,2	1 481	2 734	606	81	391	46	239	285
Glühlampen	*1 185*	*2 600*	*10,0*	984	2 092	10,8	684	887	—	39	8	42	273	159
Bogenlampen	*14*	*11*	*0,0*	15	14	0,1	13	—	—	—	—	—	—	1
And. Lampen u. Bel.-Körper f. el. Licht	*4 110*	*1 644*	*6,3*	2 139	1 052	5,5	724	23	14	125	58	6	4	98
Kochherde, Öfen, Bügeleisen	*292*	*75*	*0,3*	357	78	0,4	64	0	2	4	6	0	0	2
Anlaß- u. Zündvorricht. f. Kraftfahrzeuge, Automobilzubehör	*1 485*	*1 250*	*4,8*	1 121	891	4,6	589	1	88	86	48	7	13	59
Kohle f. d. Elektrotechnik	*28 206*	*829*	*3,2*	29 570	959	4,9	746	—	106	33	1	—	—	73
Isolatoren montiert u. nicht montiert	*11 609*	*1 131*	*4,4*	13 481	1 450	7,5	1 248	—	2	29	16	—	2	153
Schaltapp. u. nicht bes. ben. Instrumente u. App. f. d. El.	*2 919*	*1 681*	*6,5*	2 546	1 620	8,3	1 159	49	32	84	180	10	36	70
Magnete	*761*	*703*	*2,7*	640	520	2,7	79	—	—	11	13	406	4	7
Sonstige[1])	*811*	*69*	*0,3*	599	42	0,2	36	—	—	6	—	—	—	—
Insgesamt	*1933*	*26 085*	*100*		.	.	*11 493*	*4 592*	*2 226*	*1 345*	*800*	*3 678*	*673*	*1 278*
	1934	.	.	.	**19 386**	**100**	**9 072**	**4 034**	**1 173**	**1 117**	**982**	**980**	**698**	**1 330**
Prozent. Anteil an der Schweizer El.-Einfuhr	*1933*	*100%*	.	.	.	.	*44,1*	*17,6*	*8,5*	*5,2*	*3,1*	*14,1*	*2,6*	*4,8*
	1934	.	.	.	100 %	.	**46,8**	**20,8**	**6,1**	**5,8**	**5,1**	**5,0**	**3,6**	**6,8**

[1]) Hierin sind enthalten: Glaswannen f. Akkum., lackierte Hartpapierwaren, Isolierröhren, Elektrokarren, Elektr. Lokomotiven.



VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Neu erschienene DIN VDE-Normblätter.

Rundfunkgerät.

DIN VDE 1516 Einlochbefestigung (August 1935).

Elektrische Bahnen.

DIN VDE 3140 Fahrdrähte, Technische Lieferbedingungen (Juli 1935, 3. Ausg.).
„ „ 3141 Fahrdrähte, Abmessungen (Juli 1935, 3. Ausg.).

Installationsmaterial.

DIN VDE 9450 Dreipolige Steckdose mit Schutzkontakt, metallgekapselt, 15 bis 100 A, 220/380 und 500 V (August 1935).
„ „ 9451 Dreipoliger Stecker mit Schutzkontakt, metallgekapselt, 15 bis 100 A, 220/380 und 500 V (August 1935).

Alle Anfragen bezüglich Lieferung und Versand der Normblätter sind an die Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin SW 19, Dresdner Str. 97, zu richten.

EV

Elektrotechnischer Verein.
(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Preisausschreiben.

Das Kuratorium der Zusatzstiftung zu Zeitler's Studienhaus-Stiftung, Berlin, dem auch ein Vertreter des Elektrotechnischen Vereins angehört, hat drei Preisaufgaben aus dem Gebiete des Luftschutzes ausgewählt, und zwar:

a) Erforschung des internationalen Standes der Arbeiten zum Schwerentflammbarmachen von Holz,
b) Erforschung von dauerhaften Dichtungsstoffen und Konstruktionen von Dichtungsvorrichtungen für den gassicheren Abschluß von Schutzräumen (Fenster und Türen),
c) Erforschung von Schutzmöglichkeiten für die Glasscheiben geschlossener Fenster gegen die Einwirkung des Luftstoßes von Sprengbomben.

Der Herr Reichsminister der Luftfahrt hat zu diesen Aufgaben ergänzend noch folgendes mitgeteilt:

„Die Arbeit zu a) muß eine Beurteilung der verschiedenen Feuerschutzmittel hinsichtlich ihrer Wirkung, Lebensdauer und Wirtschaftlichkeit, aber auch mit Rücksicht auf die Gewinnung aus einheimischen Rohstoffen enthalten. Ferner muß eine Zusammenstellung der verschiedenen Prüfverfahren und ihre Beurteilung gebracht werden.

Die unter b) genannte Preisaufgabe wird zweckmäßig in einen technologischen und einen konstruktiven Teil zerlegt. Für den konstruktiven Teil ist besonders zu fordern, daß die Lösung keine große Kompliziertheit und eine ausreichende Festigkeit gegen mechanische Beanspruchung aufweist.

Für die unter c) genannte Preisaufgabe ist zu fordern, daß die Schutzmaßnahmen sehr billig sind, um auch tatsächlich für Millionen von Fenstern angewendet werden zu können.

Mit den Lösungen zu Aufgabe b) und c) müssen Konstruktionszeichnungen eingereicht werden, soweit eine schriftliche Darstellung für das Verständnis nicht ausreichend ist. Modelle sind nur dann erforderlich, wenn auch die zeichnerische Darstellung nicht ausreichen sollte."

Die bereitgestellten 6000 RM verteilen sich auf die einzelnen Aufgaben wie folgt:

zu a) . . . . 2000 RM
„ b) technologischer Teil . . . . . 1500 „
konstruktiver Teil . . . . . . 1000 „
„ c) . . . . 1500 „ .

Die Lösungen dieser Preisaufgaben sind in deutscher Sprache abzufassen und bis spätestens 1. IV. 1936 an das

Kuratorium der Zusatz-Stiftung zu Zeitler's Studienhaus-Stiftung, Berlin O 27, Schicklerstr. 5, II

einzusenden.

Erwünscht ist die Einsendung unter einem Kennwort. In solchen Fällen ist die genaue Anschrift des Einsenders in einem geschlossenen Briefumschlag mit gleichem Kennwort beizufügen.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär.
Dr. Schmidt.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

H. Tonnemacher.

Herr Direktor Dr.-Ing. E. h. Hermann Tonnemacher feierte am 3. VII. d. J. seinen 70. Geburtstag.

Bald nach Absolvierung der Maschinenbauabteilung der Technischen Hochschule zu Hannover trat Herr Tonnemacher in die Dienste der Starkstromabteilung der Siemens & Halske AG. ein. Es war ihm vergönnt, als Pionier der damals noch jungen deutschen Elektrizitätsindustrie im Auftrage seiner Firma eine Reihe von Kraftwerken im In- und Auslande mit vollem Erfolge erbauen zu können. Darunter die Elektrizitätswerke in Kapstadt, Johannesburg und St. Petersburg.



H. Tonnemacher.

Nach Gründung der Siemens-Schuckertwerke AG. wurde er in deren Vorstand als stellvertretendes Mitglied berufen und hat an der Entwicklung des dampf-, wasser- und maschinentechnischen Teiles, der Projektierung und Errichtung von Kraftwerken lebhaften Anteil genommen. Seine Gründung und Leitung des Zoelly-Syndikats sowie seine tatkräftige Mitarbeit an den neuesten Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiete der Dampfhöchstdruckanlagen



haben ihm in seiner Gefolgschaft und darüber hinaus in Kreisen der Elektrizitätswerksunternehmungen nicht nur Deutschlands, sondern auch des Auslands, durch die kerndeutsche Art seines Wesens einen großen Freundeskreis geschaffen.

In Würdigung seiner Verdienste ernannte ihm die Technische Hochschule Hannover im Jahre 1928 zum Dr.-Ing. E. h.

LITERATUR.

Besprechungen.

Ultrakurze Wellen. Ein Leitfaden f. d. prakt. Sende- u. Empfangsbetrieb. Von Stud.-Rat. W. Möller. (Deutsche Radio-Bücherei Bd. 63.) Mit 98 Abb. u. 128 S. in 8⁰. Verlag Deutsch-Literarisches Inst. J. Schneider, Berlin-Tempelhof 1934. Preis geh. 3,50 RM.

Nachdem die Funktechnik lange Zeit hindurch sich nur mit langen und immer längeren Wellen beschäftigt hat, schlägt sie heute den umgekehrten Weg ein und wendet sich kurzen und immer kürzeren Wellen zu. Das vorliegende Büchlein behandelt das Gebiet der Wellen von etwa 10 bis 1 m Länge, die für den Bastler den Vorzug haben, daß alle Teile sehr klein und handlich werden, aber den Nachteil, daß jedes Stückchen Draht sich schon durch seine Kapazität und Induktivität bemerkbar macht. Nach einem Überblick über die allgemeinen Eigenschaften der überkurzen Wellen werden sehr ausführlich die Sender betrachtet und bewährte Ausführungsformen beschrieben und in klaren Bildern dargestellt. Es folgen einfache Versuche im Wechselfeld der Schwingkreisspule, die Besprechung der Antenne für Sender und Empfänger, die Modulation für Fernsprechversuche, die Kristallsteuerung und der praktische Betrieb eines Senders. Etwas kurz kommt der Empfang weg, der nur Röhrenschaltungen bringt, das einfache Audion, die gewöhnliche Rückkopplung und die hier ganz besonders wirksame Pendelrückkopplung. Vielleicht könnte man hier noch den einfachen Detektorempfang erwähnen, mit dem Barkhausen und Kurz 1918 ihre ersten Telephonieversuche in Kiel machten.

Das Büchlein ist anregend geschrieben und wird nicht nur dem Bastler, sondern auch dem Fachmann wertvoll sein. Karl Mühlbrett.

Die Bearbeitung des Aluminiums. Von Dr. E. Herrmann u. Dr. E. Zurbrügg. Mit 69 Abb. i. Text, VIII u. 106 S. in kl. 8⁰. Akademische Verlagsges. m. b. H., Leipzig 1935. Preis kart. 4 RM.

Die zunehmende Verwendung von Aluminium als Werkstoff und die Umstellung vieler Betriebe auf dieses Leichtmetall verschafft der Verarbeitungsindustrie von Aluminium eine immer größer werdende volkswirtschaftliche Bedeutung. Es ist deshalb wünschenswert, daß die bewährten Bearbeitungsverfahren und die praktischen Erfahrungen in der Verwendung von Aluminium einem größeren Kreise erschlossen werden. Das vorliegende Büchlein hilft mit, dieses Ziel zu erreichen und liefert dem Handwerker und Werkmeister wertvolle Vorschriften für eine zweckmäßige Bearbeitung dieses Leichtmetalles. Da nur auf zweckmäßige Verarbeitung Wert gelegt wird und deshalb nur praktisch hinreichend erprobte Verfahren dem Leserkreis bekanntgegeben werden, so ist es kein Wunder, daß die neuzeitlichen Erkenntnisse hinsichtlich des Vergießens und des Korrosionsschutzes durch elektrochemische Oberflächenbehandlung weniger in Erscheinung treten. Das fleißig zusammengetragene Material für die Bearbeitung des Aluminiums dürfte weite Kreise interessieren und es ist zu wünschen, daß die wertvollen Angaben für zweckmäßige Verformung und Bearbeitung des Werkstoffes Aluminium Verbreitung finden mögen.

F. Walter.

Akustik. Autorisierte Übersetzung von G. W. Stewart u. R. B. Lindsay, „Acoustics". Von Dipl.-Ing. G. Schmidt. Mit zahlr. Abb., XVI u. 388 S. in gr. 8⁰. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1934. Preis geh. 24 RM.

Das vorliegende Buch gibt in Ausschnitten einen Überblick über die theoretischen Grundlagen einer Reihe von neueren Anwendungen der Akustik, die sehr reizvoll sind. Die Verfasser gehen von der Schallwelle aus und berechnen das Verhalten dieser Welle bei der Ausbreitung und die vielfältigen Einwirkungen auf ihre Bestimmungsgrößen durch Änderungen des Übertragungsmittels und seiner räumlichen Begrenzungen. Die Einführung des akustischen Scheinwiderstandes führt in Angleichung an ähnliche elektrische Vorgänge zur Lösung einer Reihe verwickelter Vorgänge: vom Helmholtzschen Resonator über zylindrische, konische und exponentielle Rohrleitungen zum Stethoskop und Lautsprechertrichtern aller Bauarten und ihrer Schallstrahlung. Nach diesen Vorbereitungen werden eingehend die Vorgänge in akustischen Filtern behandelt. Diese zuerst von Stewart entwickelte Methode zur Unterdrückung oder Hervorhebung vorgegebener Frequenzgebiete hat durch die Anwendung dieser oder ähnlicher Vorstellungen bei der Konstruktion von Motor-Auspufftöpfen vielfache Anwendung gefunden. Eine derartig ausführliche Darstellung der Filtertheorie ist hier zum ersten Male gegeben. Wird hier der Scheinwiderstand sehr viel benutzt, so finden sich im folgenden Abschnitt Meßverfahren für ihn und für Mikrophone und Lautsprecher angegeben. Ein kurzer Ausblick auf die physiologischen Vorgänge beim Sprechen und Hören leitet zu den akustischen Anwendungen über. Hier wird ein Überblick über die Benutzung des Wasserschalles gegeben, etwa aus der Zeit von Kriegsende. Nach einer kurzen Behandlung von raum- und bauakustischen Fragen kommen im Rahmen einer Akustik der Atmosphäre noch einige militärtechnisch interessierende Punkte zur Besprechung. — Das Buch ist in seinen theoretischen Ausführungen von bleibendem Wert. Die Anwendungen sind seit der Abfassung des Buches vor 4 Jahren auf vielen Gebieten wesentlich weitergetrieben. Ein vom Übersetzer eingefügtes Literaturverzeichnis ist zu lückenhaft, um diesem Fehler abzuhelfen. Naturgemäß ist die nichtdeutsche Literatur am stärksten herangezogen worden. Es ist zu bedauern, daß der Übersetzer keine Überarbeitung des Buches vorgenommen hat, so merkt man die fremdländische Ausdrucksweise vielfach noch so sehr, daß sie das Lesen und vielfach auch das Verständnis erschwert.

E. Lübcke.

Eingegangene Doktordissertationen.

Walter Haag, Der wirtschaftliche Einfluß von Antriebsart, Drehzahlregelung und mechanischer oder elektrischer Spulenbremsung in der Jutespinnerei. T. H. Stuttgart 1934.

Rudolf Jaeckel, Versuche mit Neutronen aus Aluminium und Beryllium. T. H. Berlin 1934. (Sonderdr. aus Z. Physik Bd. 91, H. 7/8.)

Mohamed Abdel Moghny el Kholy. Die Streuleitfähigkeit der Stirnstreuung und ihre Veränderlichkeit mit der Belastung bei Induktionsmaschinen mit Zwei-Etagen-Wicklungen. T. H. Berlin 1934.

Walter Knecht, Das kombinierte Licht- und Elektronenmikroskop, seine Eigenschaften und seine Anwendung. T. H. Berlin 1934. (Sonderdr. aus Ann. Physik 5. Folge, H. 2, 1934.)

Paul Kotowski, Das Rauschen von Phonogrammträgern. T. H. Berlin 1934.

Erwin Krause, Arbeitswechsel auf arbeitstechnischer Grundlage. T. H. Berlin 1934. (Erscheint in gekürzter Form in Ind. Psychotechn. Bd. 10, H. 4, 6, 8, 9, 1933.)

J. Leland Myer, Sonden-Messungen am Lichtbogen in Luft bei atmosphärischem Druck. T. H. Berlin 1933.

Ernst Trümper, Spannungs- und Stromoszillographie mittels polarisierten Lichtes. T. H. Berlin 1934.

Max Vater, Über die Elastizität der metallischen Werkstoffe und ihre Veränderung durch eine Wechselbeanspruchung. T. H. Stuttgart 1934.

Eitel Friedrich Zeitz, Die Elektrostriktion dipolarer Gase, eine Untersuchung zur Messung des Elektrostriktionsschalls. T. H. Berlin 1934.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 28. Juni 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.



Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 11. Juli 1935 | Heft 28

Zur Hamburger Tagung.

Im vorliegenden Heft bringen wir einen Überblick über die Hamburger Tagung des VDE. Außer dem allgemeinen Bericht über den Verlauf der Tagung enthält das Heft die Begrüßungsansprache des Vorsitzenden des VDE auf der Mitgliederversammlung und den Hauptvortrag „Über Fernsehen". Außerdem haben uns die Herren Einführenden der einzelnen Fachberichtgruppen liebenswürdigerweise einen Bericht über die in ihrer Fachgruppe geleistete Arbeit zur Verfügung gestellt, so daß wir heute schon vor dem in Kürze bevorstehenden Erscheinen des Fachberichtheftes unseren Lesern einen Überblick über die Hamburger Fachsitzungen geben können. Im Vereinsteil veröffentlichen wir den Geschäftsbericht des VDE und verweisen nochmals auf Heft 25 dieses Jahrganges der ETZ hin, in dem ein Querschnitt durch die Entwicklung der Elektrotechnik im Berichtsjahre 1934/35 von namhaften Fachgenossen gebracht worden ist.

Die 37. Mitgliederversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Hamburg.

Der Gau Hansa e. V. Hamburg des VDE hat mit viel Liebe das diesjährige Treffen der elektrotechnischen Fachgenossen vorbereitet, das nach 28 Jahren den VDE wieder in den Mauern Hamburgs vereinte. Der starke Besuch der Tagung — 1500 Teilnehmer hatten sich versammelt — rechtfertigte alle aufgewandte Mühe. Eine ausgezeichnete Organisation brachte die große Fülle des Gebotenen zu voller Wirkung. Der bewährte Rahmen, in dem sich die VDE-Tagungen bisher vollzogen haben, wurde auch dieses Jahr beibehalten. Am Mittwoch, dem 19. Juni, wurden dem Redaktionskomitee der beiden Verbandszeitschriften, der Elektrotechnischen Zeischrift, des Organes des VDE, und des Archivs für Elektrotechnik, Berichte über die Tätigkeit der Leitungen beider Zeitschriften erstattet und die Richtlinien bekanntgegeben, die die Leitungen beider Zeitschriften befolgen wollen. An diese Bekanntgabe schloß sich eine Aussprache an.

Während für die Tagungsteilnehmer am Donnerstagvormittag eine Stadtrundfahrt mit Rathausbesichtigung angesetzt war, tagten Vorstand und Vorstandsrat zur Erledigung von Verbandsfragen, feierlich durch die Regierung der Stadt Hamburg begrüßt. Der Donnerstagnachmittag war den ersten vier Fachberichtgruppen vorbehalten. Am Freitagnachmittag und Sonnabend früh folgten dann die weiteren Gruppen. Der Besuch der Fachberichte war ein sehr guter, und der lebhafte Meinungsaustausch, der sich an die Vorträge anschloß, zeugte von regem Interesse an dem Gebotenen. In diesem Heft sind von den Einführenden der einzelnen Fachberichtgruppen kurze Übersichten gebracht, die auch dem Nichttagungsteilnehmer ermöglichen sollen, sich ein Bild von den behandelten Gebieten zu machen. Gleichzeitig sei auf das in den nächsten Wochen erscheinende Fachberichtheft hingewiesen, in dem die Fachberichte mit ihren Aussprachen veröffentlicht werden.

Den Mittelpunkt der Tagung bildete die 37. Mitgliederversammlung in der Musikhalle am Freitag, dem 21. Juni. Der große Saal der Musikhalle versetzte die Versammlung an sich schon in eine Feierstimmung, die durch die musikalische Einführung noch gesteigert wurde. An sie anschließend begrüßte Herr Staatssekretär Dr.-Ing. E. h. Ohnesorge für den Verband Deutscher Elektrotechniker die Ehrengäste und die zur Mitgliederversammlung erschienenen Fachgenossen. Nach stillem Gedenken an die 50 Toten des VDE richtete der Vorsitzende des VDE mahnende Worte an die Versammlung[1]).

Die Ausführungen klangen aus in ein Sieg-Heil auf den Führer des deutschen Volkes, das von der Versammlung freudig aufgenommen wurde.

Anschließend begrüßte Herr Senator von Pressentin im Namen des Statthalters und des regierenden Bürgermeisters der Hansestadt Hamburg den VDE und überbrachte die Grüße der beiden Herren, die im letzten Augenblick dienstlich am Kommen verhindert waren. Als Präsident der Behörde für Technik und Arbeit kenne er die Bedeutung der Elektrotechnik für alle Gebiete des Lebens und möchte auf die Bedeutung des VDE für das gesamte technische Leben hinweisen. Er gab der Freude der Stadt Hamburg darüber Ausdruck, daß nach so langer Zeit der VDE seine Tagung wieder einmal in der alten Hansestadt abhalte.

Herr Oberregierungsrat Dipl.-Ing. Stiller übermittelte die Grüße des Reichsarbeitsministers. Die Bedeutung der VDE-Tagung liege darin, daß viele bei Behörden, wirtschaftlichen Instituten und in der Industrie tätige Fachgenossen die Möglichkeit hätten, in persönlichem Austausch ihre Kenntnisse zu vertiefen. Die enge Zusammenarbeit zwischen dem Arbeitsministerium und VDE komme auch darin überzeugend zum Ausdruck, daß das Reich auf eine eigene Gesetzgebung für Arbeiterschutz und Sozialpolitik verzichte, soweit die VDE-Vorschriften dieses Gebiet erfassen.

[1]) Die Ansprache ist in diesem Heft S. 783 wiedergegeben.

Die Vorschriften, die vom VDE in enger Zusammenarbeit mit den Behörden geschaffen worden seien, seien für die zuständigen Behörden verbindlich und würden von ihnen befolgt. Nichts könne das enge Verhältnis zwischen Reichsarbeitsministerium und VDE und die hohe Einschätzung des Verbandes durch diese Dienststelle wohl besser kennzeichnen als diese Einstellung den VDE-Vorschriften gegenüber.

Herr Direktor Zschintzsch als Leiter der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung wies auf die Bedeutung der bisherigen guten und wertvollen Zusammenarbeit zwischen VDE und seiner Wirtschaftsgruppe hin und gab der Hoffnung Ausdruck, daß dieses Verhältnis weiterhin bestehen bleiben möge.

Herr Dr. Braun als Leiter der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie richtete dem VDE die Grüße seiner Gruppe aus, mit dem die WEI im besten Einvernehmen stehe. In der Elektroindustrie sei der Zusammenklang von Wirtschaft, Technik, Werkmannsarbeit und Unternehmergeist so eng wie wohl sonst kaum. Er grüße im VDE einen Verband, in dem sich Fachgenossen nicht um ihrer eigenen Interessen willen, sondern der Gemeinschaft halber zusammengeschlossen hätten.

Herr Prof. Dr. Rein als Rektor der jungen Universität Hamburg betonte, daß Theorie und Praxis zusammen gehören, in dieser Zusammengehörigkeit liege der Schlüssel für das Vordringen der deutschen Industrie. Die Fähigkeiten des deutschen Werkmannes, die technisch-wissenschaftliche Schulung des deutschen Ingenieurs und eine selbstlose wissenschaftlich-theoretische Forschung seien die notwendige Grundlage für eine vorwärtsstrebende Technik. Die Wirtschaft, ebenso wie die Wissenschaft, dürfte nicht Selbstzweck werden. Weder das ziellose, geistreich scheinende Sichverlieren in den Kreisen des Beliebigen und rein Intellektuellen und das Sichabsondern, noch der Standpunkt der Wirtschaft, daß sie Selbstzweck sei, sei berechtigt. In beiden Fällen handele es sich um einen Sündenfall. Er schloß mit den Worten, die an einer Stelle auf der Wartburg stehen: „Wer aus dem Volk zum Volke strebt, ist wert, daß er im Volke lebt."

Nach den Begrüßungsreden nahm der Vorsitzende des VDE nochmals das Wort, dankte für die dem Verbande erwiesenen Ehrungen und erteilte dem Geschäftsführer, Herrn Dipl.-Ing. Blendermann, das Wort[2]) für den geschäftlichen Bericht.

Im Anschluß hieran trug Herr Oberpostrat Dr. Banneitz über Fernsehen vor[3]).

Nach dem Vortrag hatten die Teilnehmer an der Hauptversammlung Gelegenheit, die Fernseheinrichtungen zu besichtigen. In der Musikhalle wurde das erstemal betriebsmäßiges Fernsprechen, mit Fernsehen vereint, mit neuzeitlichen Geräten der Öffentlichkeit gezeigt. Durch Parallelschalten weiterer Fernsehgeräte war es auch den nicht unmittelbar am Fernsehgespräch Beteiligten möglich, es unter Fernbeobachtung der Sprechenden zu verfolgen. Der auf dem Heiligengeistfeld aufgefahrene Fernsehzug der Deutschen Reichspost war den Tagungsteilnehmern zur Besichtigung freigegeben worden. Außerdem hatte die Reichspost an verschiedenen Stellen Hamburgs Fernsehstellen eingerichtet, so daß jedermann Gelegenheit hatte, diese neueste technische Errungenschaft kennenzulernen.

Der Gau Hamburg hatte zusammen mit den in seinem Gebiet ansässigen Behörden und Unternehmungen eine ganze Anzahl Besichtigungen ermöglicht, die sich reger Beteiligung erfreuten.

Der vom Stellvertreter des Führers Beauftragte für Technik und deren Organisationen, Generalinspektor Dr. Todt, sandte an den Vorsitzenden des VDE, Staatssekretär Dr. Ohnesorge, folgendes Telegramm:

„Der 37. Mitgliederversammlung des VDE übersende „ich beste Wünsche. Möge VDE wie bisher in „technisch-wissenschaftlicher Arbeit „und nationalsozialistischer Gesinnung „eine vorbildliche technische Organisa- „tion bleiben.

Heil Hitler!

Dr. Todt."

Nach des Tages anstrengender Arbeit vereinten sich die Teilnehmer an der Tagung zu wohlgelungenen geselligen Zusammenkünften.

Am Donnerstag bot der Gau Hamburg seinen Gästen einen Begrüßungsabend im Ratsweinkeller, bei dem sich die zahlreich erschienenen Fachgenossen in zwangloser Unterhaltung zusammenfanden. Herr Direktor Reichel begrüßte als Leiter des Gaues Hansa die Anwesenden und wies besonders auf die wichtigen Aufgaben hin, die die Tagung für den VDE und für das ganze deutsche Volk habe. Mit einem Sieg-Heil auf Volk und Führer und den gemeinsamen Gesang der beiden Deutschen Lieder schloß er seine Ansprache.

Mit besonderer Freude wurde die von Gefühlen engster Freundschaft getragenen Worte des Herrn von Fabry aufgenommen, der als Vertreter des ungarischen elektrotechnischen Vereins zur VDE-Tagung gekommen war. In seinen Ruf: „Es lebe Deutschland und sein Führer!" stimmten die Anwesenden begeistert ein. Herr Oberbaurat Höchtl aus München kramte im Schatz seiner Erinnerungen und verhalf dem Humor und der fröhlichen Heiterkeit zu ihrem Recht, die dann den weiteren Abend beherrschte.

Im Mittelpunkt stand der gemeinsame Abend am Freitag im Hotel Atlantik. Bei der Tafel nahm Herr Staatssekretär Dr. Ohnesorge nochmals das Wort und brachte dem Gau Hamburg seinen Dank für die außerordentlich gründlichen Vorbereitungen und das hervorragende Gelingen der Tagung zum Ausdruck. Bei dieser Gelegenheit betonte er besonders die Zusammengehörigkeit des VDE mit seinen Gauen. Genau wie es immer die Kampftaktik des Führers gewesen sei, die Glieder der Bewegung, die Gaue, stark zu erhalten und ihnen durch eigene Verantwortung und im eigenen Handeln die Kampffreudigkeit zu steigern, müsse diese Taktik auch für den VDE wegen ihrer unbedingten Richtigkeit volle Geltung behalten. Die Gaue stehen in der Front, sie führen einen starken und erfolgreichen Kampf. Der Vorstand sei immer stolz auf die Gaue um ihres Kampfes willen. Er fühle sich mit allen Fachgenossen in engster Kameradschaft verbunden und in dieser Verbundenheit mit jedem einzelnen erblicke er eines seiner höchsten Ziele.

Besonders warme Begrüßungsworte fand der Vorsitzende des VDE für die Jüngsten unter den Fachgenossen, mit denen sich der VDE ganz besonders eng verbunden fühle, die dem Herzen eines jeden einzelnen am nächsten stehen, sind sie doch die Hoffnung der älteren Ingenieure und des ganzen Landes. Die Ansprache schloß mit einem Sieg-Heil auf den Führer des deutschen Volkes. Der Rede folgte das Deutschland- und das Horst-Wessel-Lied.

Herr Führer, der Stellvertreter des Leiters vom Gau Hamburg, begrüßte die Damen und betonte, daß gegenüber der Frau, deren Bedeutung vom neuen Reiche wieder voll erkannt sei, eine Damenrede im üblichen Sinne nicht mehr am Platze sei. So wurden seine Ausführungen zu einem Preis der deutschen Frau.

Der Sonntag vereinte nochmals eine große Anzahl Fachgenossen zu einem wohlgelungenen Ausflug nach Helgoland.

Harald Müller.

[2]) Der Tätigkeitsbericht ist in diesem Heft S. 797 unter Vereinsnachrichten abgedruckt.
[3]) Der Vortrag ist in diesem Heft S. 785 veröffentlicht.

Die Totalität des Nationalsozialismus auch in der Technik.

Ansprache auf der Mitgliederversammlung des VDE in Hamburg 1935.

Von Staatssekretär Dr.-Ing. E. h. W. Ohnesorge.

Meine Herren Ingenieure, liebe Volksgenossen!

Wir haben uns bei diesen jährlichen Zusammenkünften so viel zu sagen, daß die Zusammenfassung durch eines einzelnen Menschen Mund nicht ausreichen würde. Aber auf eines muß ich selbst, der ich erneut zu Ihrem Vorsitzenden bestimmt worden bin, Sie hinweisen. Und dieses eine kann nur sein und wird auch bei allen kommenden Tagungen für lange Zeit immer nur dasselbe sein: Die Bitte, nein, die strenge Forderung zum Denken und zur Arbeit nur im Sinne der reinen Lehre Adolf Hitlers, nach den Grundsätzen des nationalen Sozialismus!

Meine Volksgenossen: Erwarten Sie von mir, der seit anderthalb Jahrzehnten das Feuer aus des großen Führers Gedanken und Taten in sich aufnehmen durfte, erwarten Sie von mir nichts Doktrinäres. Das hat uns nie gelegen. Aber eine ernste Erfahrung haben wir im Laufe von 15 Kampfjahren machen müssen und haben sie, wenn wir nach so manchen Bitterkeiten des Tages und der Jahre in der Geschichte nach Ähnlichem Umschau hielten, auch aus der Tradition früherer Jahrhunderte bestätigt gefunden: Der Deutsche vergißt so leicht, so furchtbar leicht, und darin lag so oft der Grund schwerster Rückschläge und von Perioden des Niedergangs. Und deswegen werden wir, solange noch nicht die neue Generation herangewachsen ist, die ihrer ganzen Erziehung nach jene Untugend des schnellen Vergessens nicht kennen wird, deshalb werden wir nie und bei keiner Gelegenheit verfehlen, unsere mahnende und fordernde Stimme zu erheben.

Meine Volksgenossen: Am 1. Februar 1933 geschah mit der Machtergreifung durch Adolf Hitler das so lang ersehnte deutsche Wunder, und Millionen von Herzen und Stimmen priesen es als solches. Ich frage Sie, haben Sie dieses Wunder in der Tiefe Ihrer Gedanken in seiner maßlosen Größe auch voll erfaßt, und empfinden Sie dieses Ungeheure täglich aufs neue, wie es sein muß, wenn das Herz in Flammen steht?

Was war die deutsche Nation, was waren wir alle, was waren die deutsche Industrie und Technik vor jenem Tage, und was haben das Genie, der Wille und die Tatkraft des großen Führers daraus bis zum heutigen Tage gemacht? Fühlen Sie nicht in der Rückerinnerung noch das furchtbare Elend jener Jahre von 1919 bis 1933 in Ihren Seelen brennen, als die deutsche Nation vor den Palästen der sogenannten Siegerstaaten betteln ging, als die Millionen entwurzelter Existenzen mit verzweifelnden Augen nach dem rettenden Stern spähten, als die deutsche Kultur und die deutsche Tugend unter dem Geifer der Judenschaft zu ersticken drohte, als Industrie und Technik sich im Mai 1931 ihren Untergang als die Folge eines ehernen Naturgesetzes voraussagen lassen mußten — und nichts dagegen taten! Jawohl, meine Herren, keiner tat etwas gegen den drohenden Untergang, keine sogenannte Reichsregierung, kein Politiker, auch die Wirtschaft und die Technik nicht. Man verfluchte den Völkerbund als jene bis aufs unerträgliche getriebene Nachahmung des Wiener Kongresses von 1814 und trennte sich doch nicht von ihm. Man ersehnte die Wehrtüchtigkeit des deutschen Volkes und gehorchte doch nur dem Feinde jeder Wehrhaftigkeit, dem Marxismus! Man rechnete sich aus, daß im Grunde das deutsche Volk aus dem deutschen Raum müsse leben und arbeiten können, und klammerte sich doch nur an das Trugbild einer hundertprozentigen Wiederbelebung des Welthandels als wirtschaftliche Notwendigkeit für die Gesamtheit der Nationen. Man setzte in den Museen deutschen Gelehrten und Erfindern kostbare Denkmäler — während die aus der Schule dieser Gelehrsamkeit hervorgegangene Jugend dem Hunger ausgeliefert war. Welcher deutsche Unternehmer konnte im Winter 1932 noch für die beiden folgenden Winter mit Sicherheit für sein Unternehmen stehen? Wo überall mußten deutsche Ingenieure zu Tausenden Dienste suchen, die so gar nicht ihrer Ausbildung und ihren Jugendträumen entsprachen? Meine Volksgenossen, denken Sie an diese furchtbare Zeit des politischen, wirtschaftlichen und des geistigen Verfalls, denken Sie Tag für Tag daran mit dem bekennenden Wort: mea culpa, mea maxima culpa! Das ist das eine, das wir uns zu merken haben!

Und heute? Während alle anderen redeten, rechneten, resignierten — einer hatte gekämpft, nach dem vollen gewaltig-furchtbaren Inbegriff dieses Wortes „Kampf“, hatte gehandelt, als ob nur er allein in diesem Lande und für dieses Land tätig zu sein hätte, ein einziger Mann von 60 Millionen, Adolf Hitler — hatte den Riesenkampf aufgenommen, nicht gegen eine Horde von Kommunisten oder Juden — nein, von Anfang an den Kampf um das Leben und die Seele des ganzen deutschen Volkes, den Titanenkampf gegen Völkerbund und wirtschaftlichen Untergang, gegen Arbeitslosigkeit und Versinken der deutschen Tugenden, den damals und noch bis vor kurzem für viele ganz unglaubhaften Kampf für die deutsche Wehrpflicht und das deutsche Nationalheer!

Und heute? — Adolf Hitler, der Vollbringer alles dessen, was er sich als Ziel gesetzt, unser geliebter Führer, der größte Deutsche seit den Tagen des Großen Friedrich! — aber noch viel, viel mehr: Adolf Hitler auch schon der Mahner Europas, dessen Stimme gehört und respektiert wird, der Schirmer europäischer Kultur, der einigende Wille für einen dauerhaften Frieden unter den europäischen Kulturnationen! Welch eine Wandlung durch eines einzigen herrlichen Mannes Kraft und Genie. Dies ist das zweite, das wir uns unauslöschlich einzuprägen haben, meine lieben Volksgenossen!

Dann wird es uns allen auch leicht fallen, nach Adolf Hitlers Lehre zu leben, die aus gleichem Blut und gleicher Landschaft kommenden tragenden Kraftströmungen tief zu spüren und die sich hieraus ergebenden Grundsätze des Nationalsozialismus zu befolgen, allüberall! Denn sie sind eins und untrennbar voneinander: Führer und Nationalsozialismus! Und der nationale Sozialismus wird sein der feste Grund, auf dem nach Jahrhunderten noch dieses Deutsche Reich, entstanden aus den Taten des großen Führers, bestehen und leben wird zu Ehren seines Volkes, zum Segen Europas und der ganzen Welt!

Nicht zur Erringung der Macht nur in Deutschland, meine Volksgenossen, hat der Führer den Nationalsozialismus eingesetzt, sondern — das kann nicht genug gesagt werden — zur Umwandlung der Anschauung und des Lebens der ganzen deutschen Welt! Darum dreht es sich, nicht um eine vorübergehende Sache oder vorübergehenden Erfolg, sondern um das grundlegende Erfassen des Ganzen der Nation für lange, lange Zeit! Begreifen Sie, was Adolf Hitler unter Weltanschauung und Weltanschauungskämpfen versteht im Gegensatz zum Pygmäengeschlecht der Parlamentspolitiker vor ihm? Von denen wollte bekanntlich jeder eine Weltanschauung vertreten; stolz nannten sich alle möglichen Parteien eine Weltanschauungspartei! Und huldigten doch alle nur einem einzigen Herrn, dem Liberalismus, der einst aus der Fremde gekommen war. Nun aber ist die deutsche Eigenart und deutschem Volkstum entsprechende Weltanschauung als nationaler Sozialismus von Adolf Hitler für das Ganze der Nation eingesetzt worden. Damit hat nichts anderes neben ihm Platz. Er beansprucht und muß beanspruchen die Totalität, von der er nie und bei keiner Gelegenheit abgehen kann! Dieses ist das dritte, das wir, meine Volksgenossen, uns für immer ins Gedächtnis zu prägen haben.

Und diese Totalität wiederum ist nicht nur auf dem Gebiete der Politik, der äußeren und inneren, durchzuführen, sondern auch auf allen davon ausstrahlenden Gebieten, auf denen sich Glieder der Nation irgendwie zu betätigen haben, also ebenso auf den Sektoren der kulturellen wie der wirtschaftlichen und wissenschaftlich-technischen Betätigung. Denn wie das Leben der Nation ohne eines dieser Untergebiete gar nicht denkbar ist, wollen wir nicht wieder dem Primitivismus Asiens oder Afrikas verfallen, so muß der Nationalsozialismus auch alle diese Gebiete seiner Eigenart und Anschauung entsprechend erobern und durchsetzen, will er nicht das große politische Ergebnis seines Wirkens in Gefahr bringen! Und wir, meine Volksgenossen, haben diese Totalität nationalsozialistischen Denkens und Empfindens auf den uns berührenden Gebieten, also vor allem in der Technik, mit allen Kräften durchzuführen!

Und ist dieses so furchtbar schwer? Kommt es dabei, da sich ja keiner gegen den Totalitätsgedanken als solchen sträuben kann, nun so sehr auf Weg und Tempo an? Ihr Älteren, die ihr glaubt, daß die Jungen zu schnell vorwärts stürmen: Laßt sie doch stürmen! Ist das Stürmen an sich nicht etwas Schönes und Erhebendes? Ich bin so gern bei stürmender Jugend und stelle mich in ihre Reihen! Und wird mal über das Ziel hinausgestürmt — was ist dann groß verloren? Das Totalitätsprinzip läßt nichts für Volk und Reich verlorengehen, wenn auch statt des kürzeren hier und da ein Umweg eingeschlagen wird. Ein viel schwerer wieder gutzumachender Fehler wäre es, wenn der Sturm und Drang für Adolf Hitlers Werk überhaupt in der Menschenbrust erlahmte, das bedenkt!

Und ihr Jungen — ist die Flamme in euch so dünn und so schwach, daß ihr gleich verzweifelt, oder die anderen verdammt, wenn eure Pläne und Hoffnungen nicht sofort in Erfüllung gehen? Nicht auf Begriffe und Schemata kommt es an, sondern auf das Leben! Und von hier aus gesehen können Wirtschaftsgebilde gewiß in andere Formen gebracht werden, wenn das Gesamtinteresse der Nation dies fordert. Es müssen aber auch Wirtschaftsgebilde, gleichgültig welcher Form, die für das Gesamtinteresse der Nation wichtig sind, ebenso von der stürmenden Jugend wie vom beharrlichen Alter erhalten und verteidigt werden! Das Wichtigste, das Gemeinsame, das bedenket, alt wie jung, sind nicht Formen, sondern ist die heilige Flamme, die für Adolf Hitlers Werk glüht — und wo ihr sie erkennt, da zaudert nicht, da facht sie an zu immer hellerer Glut und Macht! Und darum nicht getrennt marschieren, getrennt nach alt und jung oder nach Politik und Wissenschaft, um, wie man sich ausdenkt, vereint zu schlagen — nein, vereint marschieren!

Meine Volksgenossen, ein weiteres ist sonnenklar und immer in jedes einzelnen Gehirn einzuhämmern: Es hat kein einzelner, kein Stand, kein Lebensalter und kein Bekenntnis je Aussicht, für sich allein etwas zu bedeuten oder zu erreichen, sondern nur als Teil des Ganzen, des Totalen, dessen Förderung und Wachstum allein auch das seine mit sich bringt! Nie kann und darf neben der Totalität des Nationalsozialismus, neben seiner ausschließlichen Geltung auf allen Tätigkeitgebieten der Nation sich noch ein Sonderinteresse oder eine Sondermoral einzelner Gruppen oder Grüppchen halten! Und daraus folgt umgekehrt die absolute Notwendigkeit der Gemeinschaft aller, der Volksgemeinschaft. Für diese zu arbeiten und sie zu vollenden, ist jedes Deutschen heilige Pflicht! Vor allem aber wir Techniker und Ingenieure, in deren Betrieben alle Stände zur Arbeit vereint sind, können dieser Pflicht am ernsteten und mit der Aussicht allergrößten Erfolges für Führer und Reich genügen. Öffnen Sie Ihre Seelen weit den Arbeitskameraden am Schraubstock und Werkplatz. Die harte, schwielige Hand des deutschen Arbeiters, die sich in die Ihre legt, ist die ehrlichste und treueste, die Sie erfassen können. Ihr Druck besagt mehr als bloß Zustimmung, er wird immer sein die Besiegelung engster Kameradschaft und Treue!

Nun also, meine lieben Volks- und Kampfgenossen, der Durchsetzung des Nationalsozialismus auf allen Gebieten, der Verwirklichung seines vollen Totalitätsanspruchs gilt unsere Arbeit, heute wie in Zukunft, in allererster Linie. Das ist meine einzige Forderung und Bitte an Sie bei diesem Generalappell! Ich nehme Sie, die Männer der Elektrotechnik, hierzu in eine feste, heilige Verpflichtung! Es muß Ihr starker, unerschütterlicher Entschluß werden, in allem die heilige Lehre voranzustellen und keinen Kampf für sie zu scheuen! Damit erfüllen Sie dann auch das, was als große heilige Schuld in Ihrer aller Herzen brennen muß, damit zahlen Sie den Dank heim an den großen Führer für sein unsterbliches Werk an Deutschland. Des Führers Leben war Kampf und nur Kampf seit Jahrzehnten und wird weiter restlos im Kampf für Deutschland und sein Volk dahingegeben werden.

Meine Kampfgenossen! Wir huldigen dem Führer, reißt Herzen und Hände empor!

Dem Führer, Deutschlands Hort und stolzer Hoffnung, Sieg Heil!

Über Fernsehen.

Hauptvortrag zur Mitgliederversammlung des VDE in Hamburg 1935.

Von Oberpostrat Dr. **Banneitz**, Berlin.

621. 397. 5

Auf der vorjährigen VDE-Tagung in Stuttgart habe ich über den Stand der Fernsehtechnik berichtet[1]). Ich konnte Ihnen sagen, daß die Entwicklung des Fernsehens zu einem gewissen Abschluß gekommen sei und man daran gehen könne, das Fernsehen für die Praxis verwendbar zu machen. Auch hatte ich die Pläne dargelegt, die die Deutsche Reichspost gefaßt hatte, um die Entwicklung des Fernsehens weiter zu fördern. Diese Pläne sind inzwischen in Angriff genommen und zum Teil auch schon durchgeführt worden.

Heute sind wir soweit, daß wir Ihnen hier in Hamburg das Fernsehen praktisch vorführen können. Auf dem Heiligengeistfeld ist ein fahrbarer Fernsehsender aufgefahren, und sowohl hier in der Musikhalle wie auch an anderen Stellen der Stadt sind Empfänger aufgestellt, die die Sendungen vom Heiligengeistfeld aufnehmen können.

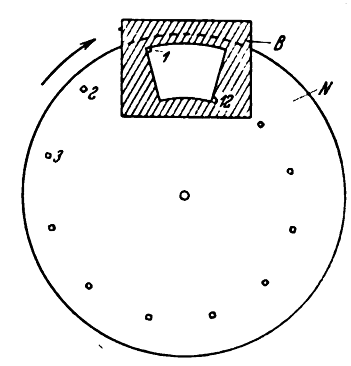
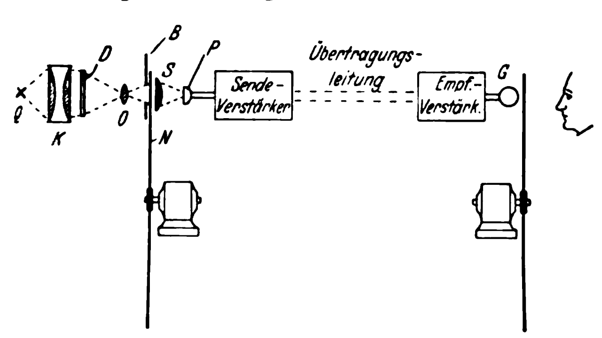


Abb. 1. Bildzerlegung mit Nipkow-Scheibe.

Die Deutsche Reichspost hat bekanntlich schon vor acht Jahren das Problem des Fernsehens aufgegriffen. Sowohl im eigenen Laboratorium als auch in Gemeinschaftsarbeit mit einigen Firmen wurde die Fernsehtechnik bis zum heutigen Stand entwickelt. Man fing damals mit recht einfachen Mitteln an. Im Vergleich zu heute wirken die in jener Entwicklungszeit übertragenen Bilder so minderwertig, daß man sie kaum mehr ansehen kann, und es ist sehr interessant, die weiteren Verbesserungen zu verfolgen.



Q Lichtquelle D zu übertragendes Bild K, O, S Optik
B Blende N Nipkow-Scheibe P Photozelle G Glimmlampe

Abb. 2. Grundsätzliche Anordnung einer Fernsehübertragung.

Um Ihnen die Vorgänge beim Fernsehen verständlich zu machen, werde ich an Hand einiger Lichtbilder zunächst etwas über die Grundbegriffe der Bildübertragungstechnik sagen. Denkt man sich ein Bild in eine große Anzahl kleinster Bildflächen, in sogenannte Bildpunkte, zerlegt, so kann man durch entsprechende technische Maßnahmen die Bildpunkte nacheinander zum Empfangsort übertragen. A b b. 1 zeigt eine solche Zerlegungseinrichtung. Es ist dies eine Scheibe *N* aus dünnem Blech, die von N i p k o w angegeben wurde. Diese Scheibe hat 12 Löcher; der Ausschnitt *B* stellt das Bildfeld dar. Bei der Drehung der Scheibe überstreichen die einzelnen Löcher nacheinander das Bildfeld, sie tasten sozusagen das Bild zeilenweise ab. Es fällt also in jedem Augenblick immer nur durch ein Loch ein feiner Lichtstrahl. Diesen fangen wir mit einer photoelektrischen Zelle auf, verwandeln ihn in elektrische Impulse, deren Stärke der Helligkeit des jeweils ankommenden Lichtstrahls entsprechen, und können ihn in dieser Form an einen anderen Ort übertragen.

Auf dem nächsten Bilde (A b b. 2) ist die grundsätzliche Anordnung einer Fernsehübertragung dargestellt. Man sieht die beiden Nipkow-Scheiben, die auf den Achsen von Synchronmotoren angeordnet sind, im Schnitt.

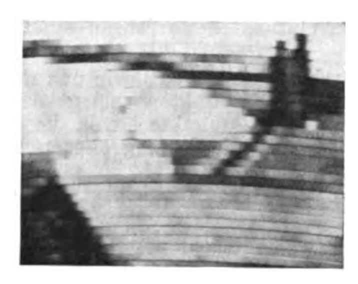


Abb. 3. 1200 Bildpunkte.

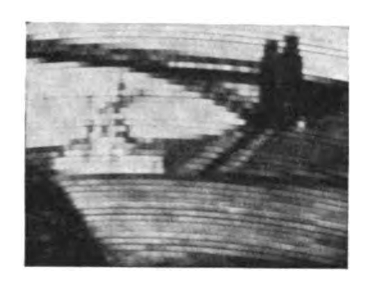


Abb. 4. 2500 Bildpunkte.



Abb. 5. 5000 Bildpunkte.

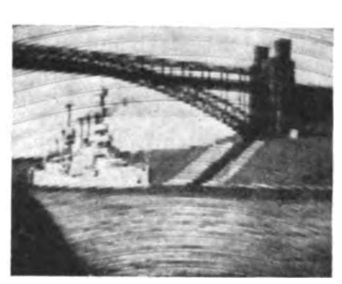


Abb. 6. 10 000 Bildpunkte.



Abb. 7. 30 000 Bildpunkte.

Abb. 3 bis 7. Übertragung des gleichen Bildes mit verschiedenen Bildpunktzahlen.

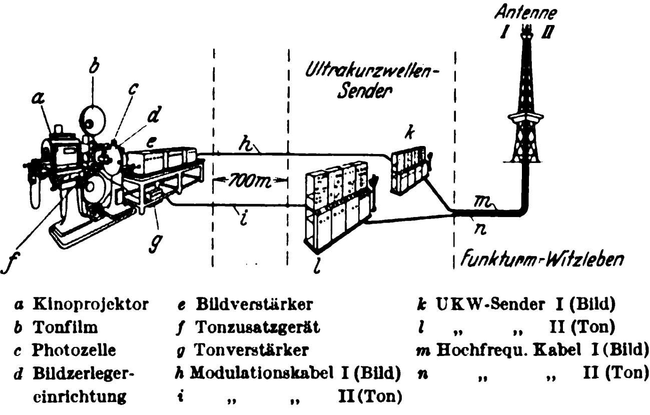
[1]) Am Schluß dieses Berichtes ist eine Zusammenstellung des wichtigsten Schrifttums gebracht.



Auf der linken Seite haben wir uns den Sender zu denken, auf der rechten Seite den Empfänger. Auf der linken Seite wird das Bild auf die Scheibe projiziert und bei Bewegung der Scheibe abgetastet. Es fällt immer nur von einem Punkte Licht durch die Scheibe *N* und gelangt dann auf die Photozelle *P*; ein kleiner elektrischer Impuls wird dadurch ausgelöst und durch Verstärker verstärkt, und zwar soweit, daß man ihn über eine Leitung oder auf drahtlosem Wege übertragen kann. Auf der Empfangsseite haben wir wieder einen Verstärker, den Empfangsverstärker, der die durch die Übertragung meist stark gedämpften Impulse soweit verstärkt, daß man damit eine steuerbare Lichtquelle *G* zum Ansprechen bringt. Diese steuerbare Lichtquelle leuchtet dann im Rhythmus der ausgesandten Impulse auf, und wenn wir die von ihr ausgehenden Lichtstrahlen durch eine zweite mit der auf der Sendeseite synchron und gleichphasig umlaufenden Nipkow-Scheibe betrachten, so wird für den Zuschauer wieder der Eindruck des ausgesandten Bildes erzeugt. Dies ist das einfachste Verfahren einer Fernsehübertragung.

Nun habe ich schon gesagt, daß wir uns das Bild in eine große Anzahl von Bildpunkten zerlegt denken. Je größer die Anzahl dieser Bildpunkte ist, in die die gleiche Bildfläche aufgelöst wird, mit desto größeren Feinheiten wird das Bild übertragen.

Die ersten Versuche wurden zunächst mit sehr niedrigen Bildpunktzahlen ausgeführt. Als man dann einsah, daß dies nicht genügte, wurden die Bildpunktzahlen mehr und mehr gesteigert.



a Kinoprojektor
b Tonfilm
c Photozelle
d Bildzerlegereinrichtung
e Bildverstärker
f Tonzusatzgerät
g Tonverstärker
h Modulationskabel I (Bild)
i „ „ II (Ton)
k UKW-Sender I (Bild)
l „ „ II (Ton)
m Hochfrequ. Kabel I (Bild)
n „ „ II (Ton)

Abb. 8. Darstellung einer Tonfernkino-Sendung.

Durch die nachfolgenden Abb. 3 bis 7 will ich zeigen, wie sich die Bildgüte in Abhängigkeit von den Bildpunktzahlen steigern läßt. Diese Aufnahmen sind auf rein optischem Wege gemacht, um festzustellen, wieviel Bildpunkte man haben muß, um brauchbare Bilder zu übertragen.

Das Bild in Abbildung 3 besteht aus 30 Zeilen gleich 1200 Bildpunkten, also einer verhältnismäßig niedrigen Bildpunktzahl. Bei diesem Bild mit 1200 Bildpunkten ist noch nicht viel zu erkennen.

Steigert man, wie im nächsten Bilde (Abb. 4), bei Betrachtung des gleichen Gegenstandes die Bildpunktzahl auf 2500, so sehen Sie schon etwas mehr Einzelheiten, aber trotzdem ist diese Zahl noch bei weitem nicht ausreichend.

Das nächste Bild (Abb. 5) mit 5000 Bildpunkten ist auch noch nicht befriedigend, doch ist wenigstens in rohen Zügen zu erkennen, was dargestellt werden soll. Erst die Auflösung in 10 000 und schließlich in 30 000 Bildpunkte (Abb. 6 u. 7) gibt schon sehr viele Einzelheiten wieder. Heute ist die Fernsehtechnik bereits bei 40 000 Bildpunkten angelangt.

Die genauen Untersuchungen der Abhängigkeit der Bildgüte von der Bildpunktzahl ergab, daß Kompromisse nicht zu umgehen waren. Je mehr Bildpunkte in der Sekunde übertragen werden, d. h. je feiner die Bildzerlegung ist, desto schwieriger gestaltet sich die Verstärkung der Impulse, die ganze Anlage wird umfangreicher.

Darum hat man zunächst mit den einfachsten Mitteln begonnen, dann aber die Anforderungen gesteigert, und trotzdem wir heute schon bei der hohen Bildpunktzahl von 40 000 angelangt sind, ist es durchaus möglich, daß wir im Laufe der nächsten Jahre noch höher gehen werden.

Diese 40 000 Bildpunkte eines Bildes müssen nun auch in einer sehr kurzen Zeit übertragen werden, und zwar in $^1/_{25}$ s. Das ist dieselbe Bildgeschwindigkeit wie beim Tonfilm. Für die Fernsehübertragung bedeutet dies eine Übertragung von einer Million Bildpunkten in der Sekunde.

Hierzu kann ich gleich bemerken, daß diese hohe Bildpunktzahl einem Frequenzband in der Breite von ± 500 000 Hz entspricht. Sie können sich vorstellen, wie schwierig es war und auch heute noch ist, derartig breite Frequenzbänder gut zu übertragen, da man bisher nur Frequenzbänder von höchstens 10 000 Hz für Telephonie und Musikübertragung zu meistern hatte.

Übertragungsversuche, bei denen an Stelle des stehenden Bildes Filme abgetastet wurden, zeigten, daß je nach den aufgenommenen Vorgängen ganz verschiedene Punktzahlen in Frage kommen[2]).

Man konnte die interessante Feststellung machen, daß bei Großaufnahmebildern (Köpfe zweier sich unterhaltender Mädchen) bereits mit 10 000 Bildpunkten ein ziemlich zufriedenstellendes Ergebnis erzielt werden kann, während die Wiedergabe von sich bewegenden Rhönrädern erst von 30 000 Bildpunkten aufwärts praktisch gut gelang.

Abb. 9. Kopf des Funkturms Witzleben mit den beiden Antennen.

In Berlin-Witzleben ist nun vor drei Jahren mit dem Bau einer Fernsehanlage, die für praktische Zwecke verwendbar sein sollte, begonnen worden. Vor einem Jahre wurde die Anlage soweit fertiggestellt, daß sie für praktische Sendungen zu benutzen war. Diese Fernsehanlage ist inzwischen soweit ausgebaut worden, daß sie auch der Reichsrundfunkgesellschaft für Programmsendungen zur Verfügung gestellt werden konnte. Sie besteht aus zwei Sendern, einem für die Bild- und einem für die Tonübertragung.

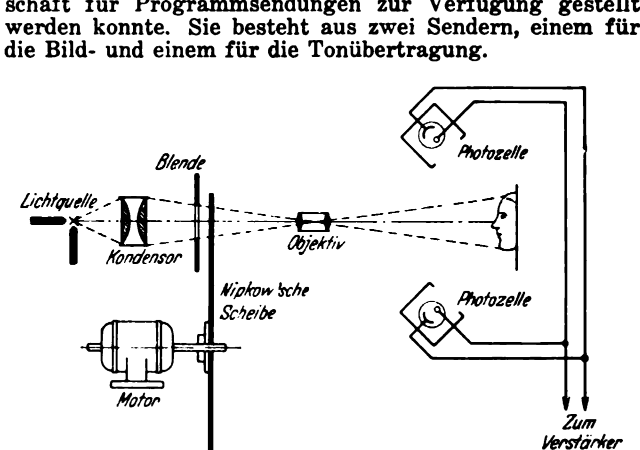


Abb. 10. Grundsätzliche Darstellung des Lichtstrahlgebers mit Nipkow-Scheibe.

Die Witzlebener Anlage arbeitet mit zwei Ultrakurzwellensendern für etwa 7 m Wellenlänge. Sie war zunächst nur für Versuche gedacht. Alle Erfindungen und Verbesserungen sollten an ihr ausprobiert werden. Daneben ist auch der Industrie Gelegenheit geboten worden, Versuchssendungen zur Prüfung und Verbesserung ihrer Empfangsgeräte zu empfangen. Heute sind einige Empfängertypen

[2]) Die beiden hier erwähnten Filme wurden während des Vortrags vorgeführt.



soweit entwickelt worden, daß sie praktisch eingesetzt werden können. Die Witzlebener Anlage, die auch jetzt noch als Musteranlage gelten kann, wird nunmehr neben dem Versuchsbetrieb schon zu Fernsehsendungen in Berlin benutzt. Die grundsätzliche Anordnung zeigt Abb. 8. Die modulierte Hochfrequenzenergie wird über Sonderkabel bis zur Spitze des Funkturmes geleitet und von den Antennen — in unserem Falle sind es zwei, die eine

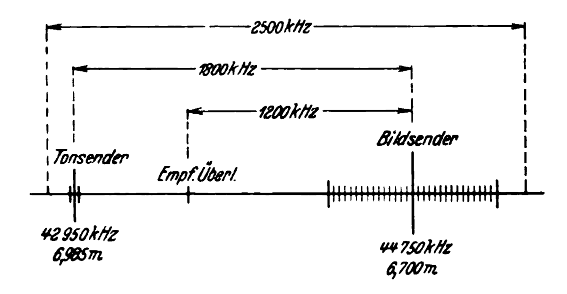


Abb. 11. Frequenzspektrum für Bild-Ton-Sendung mittels Ultrakurzwellen.

für den Bild-, die zweite für den Tonsender — ausgestrahlt. Die zugehörigen Sender für Bild und Ton, die beiden Ultrakurzwellensender, stehen am Fuße des Funkturmes in der Funkhalle. Links im Bild sind die Geräte eingezeichnet, die notwendig sind, um das Filmbild in ein elektrisches Bild umzuwandeln. Das Bild wird mit feinen Lichtstrahlen zerlegt und die dabei erhaltenen elektrischen Impulse soweit verstärkt, daß sie über ein Kabel der Antenne zugeführt werden können.

In Abb. 9 sehen Sie die Spitze des Funkturmes, auf der beide Antennen angebracht sind. In der Mitte jedes Ringes stehen die Antennen in Form eines Stabes von rd. 1,75 m Höhe entsprechend einem Viertel der Sendewelle.

Für die Abtastung der zur Übertragung gelangenden Tonfilme sind besondere Geräte erforderlich. Um das empfangene Bild mit dem Sendebild in Übereinstimmung zu halten, werden am Ende jedes Bildes und jeder Zeile Impulse bei der Bildsendung mitausgestrahlt, die dann die Empfangseinrichtung steuern.

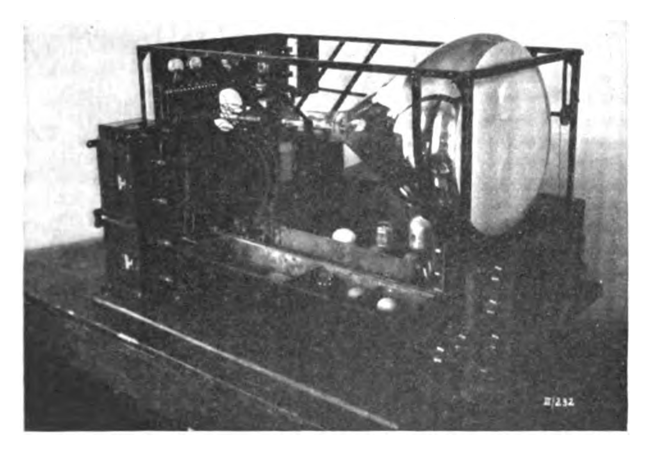


Abb. 12. Braunsche Röhre in Sonderausführung für Fernsehempfang mit besonders großen Leuchtschirmen.

Nach der Besprechung der Geberseite der Fernsehübertragung komme ich nun zur Empfangsseite. Was ich vorhin in Abb. 2 gezeigt habe, war die grundsätzliche Anordnung einer Bildübertragung. Man hat sehr bald erkannt, daß die Braunsche Röhre, die sonst hauptsächlich für Meßzwecke benutzt wurde, für Fernsehempfangszwecke ein sehr geeignetes Instrument darstellt, und hat vor einigen Jahren angefangen, sie für Fernsehzwecke umzubauen und durchzubilden. Diese nicht ganz einfachen Arbeiten der Röhrenentwicklung sind an verschiedenen Stellen durchgeführt worden. An der Entwicklung waren vorwiegend beteiligt: Das Reichspostzentralamt in Berlin, Manfred v. Ardenne, die Firma Telefunken, die Fernseh AG. und noch verschiedene kleinere Firmen bzw. Erfinder. Die Weiterentwicklung der Braunschen Röhre für Fernsehzwecke ist im Laufe der letzten Jahre soweit vorgeschritten, daß jetzt fast alle Empfänger mit Braunschen Röhren arbeiten.

Ich habe bisher nur davon gesprochen, daß man Filme übertragen kann. Man kann aber auch irgendwelche Gegenstände oder Personen unmittelbar übertragen, und diese unmittelbare Übertragung ist auf dem nächsten Bilde (Abb. 10) schematisch dargestellt. Der zu übertragende Gegenstand wird mit Hilfe eines Rücklichtstrahlers punktweise abgetastet; die Nipkow-Scheibe dreht sich und bewegt damit den Lichtstrahl von der Bogenlampe über den Gegenstand, z. B. einen Kopf, hinweg. Der Lichtpunkt ruht in jedem Augenblick an irgendeiner Stelle des Kopfes, beleuchtet ihn, und es wird, je heller die vom ihm getroffene Stelle ist, desto mehr Licht von ihr zurückgeworfen. Dieses Licht gelangt zu den photoelektrischen Zellen, die die Lichtimpulse nach Umformung in Stromimpulse nach ausreichender Verstärkung dem Sender zuleiten.

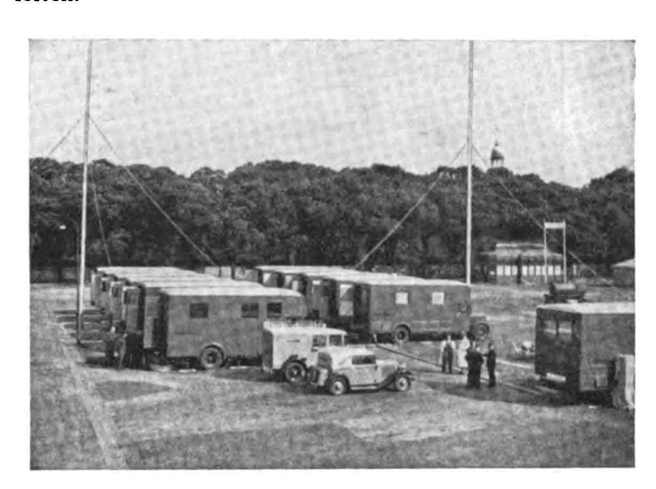


Abb. 13. Fernsehzug des Reichspostzentralamts auf dem Heiligengeistfeld in Hamburg.

Im Witzlebener Senderaum des Reichspostzentralamtes ist seit einiger Zeit für regelmäßige Sendungen ein Personenabtaster aufgestellt, mit dem die Filmsendungen angesagt und auch andere unmittelbare Übertragungen von einer oder zwei Personen gezeigt werden.

Die Abb. 11 zeigt das Frequenzband für eine Bild-Ton-Sendung. Auf der linken Seite ist das Frequenzband des Tonsenders, ± 6000 Hz. Das zweite Band rechts ist das Band des Bildsenders mit einem Bereich von ± 500 000 Hz. Wenn wir diese beiden Sender mit einem Überlagerer empfangen wollen, legen wir dessen Welle in der Frequenzskala zwischen die beiden Trägerwellen.

Die Arbeitsweise der Braunschen Röhre für Fernsehempfang ist kurz folgende: Der Kathodenstrahl wird mit Hilfe von Kippgeräten gesteuert und in derselben Weise über den Leuchtschirm geführt, wie auf der Sendeseite mit Hilfe der Nipkow-Scheibe das Bild abgetastet wird. Der Gleichlauf der Bewegung des Kathodenstrahles mit dem Abtastlichtstrahl auf der Geberseite wird mit Hilfe der empfangenen Synchronisierungsimpulse gesteuert, so daß wir dann die Bewegung des Lichtpunktes auf dem Leuchtschirm genau in derselben Weise haben wie auf dem Bild bei der Sendestelle.

Auf dem folgenden Bilde (Abb. 12) sehen Sie eine solche Röhre in den Empfänger eingebaut. Dieses Gerät stellt den ganzen Empfänger dar. Er enthält einmal die Braunsche Röhre mit dem für Fernsehzwecke besonders großen Schirm, auf dem das Bild erscheint; ferner zwei drahtlose Empfänger für den Bild- und Tonempfang, zwei Kippgeräte für senkrechte und waagerechte Ablenkung des Kathodenstrahls in der Braunschen Röhre, einen Lautsprecher und schließlich die Netzanschlußgeräte, die für den Betrieb der Apparate notwendig sind. Vier solcher Geräte, und zwar Fernsehempfänger von Telefunken, sind hier in der Musikhalle aufgestellt. Sie werden nach meinem Vortrage in Betrieb vorgeführt werden; außerdem sind noch eine Anzahl von Empfängern in Hamburg verteilt aufgestellt.

Die Erfahrungen und die Versuche mit der Anlage in Berlin führten nun weiter dazu, auch den Plan zu fassen,

unter Umständen ganz Deutschland mit Fernsehen zu versorgen. Zu dem Zweck wurde von der Deutschen Reichspost ein fahrbarer Sender gebaut, den man an verschiedenen Stellen ausprobieren kann (A b b. 13). Da die Reichweite der Ultrakurzwellen bekanntlich nur etwas über die optische Sicht hinausgeht, so kann man mit dem Sender

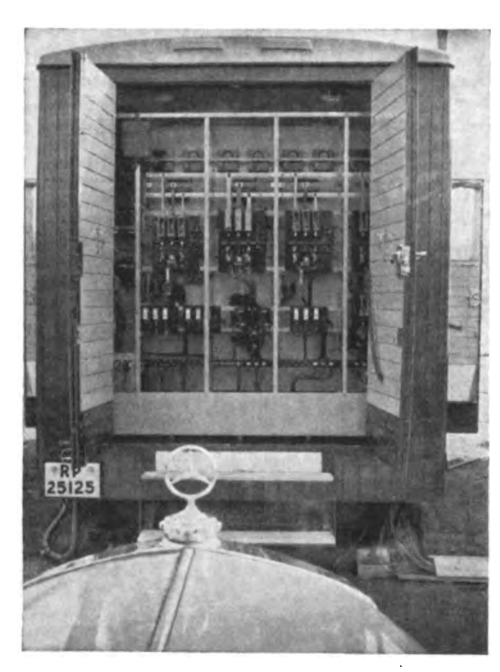


Abb. 14. Blick auf die Schaltanlage im Umformerwagen des Fernsehzuges.

hohe Berge aufsuchen, um große Reichweiten zu erhalten. Im Flachlande werden natürlich hohe Sendertürme erforderlich.

Mit dieser fahrbaren Sendeanlage sind wir jetzt, nachdem sie eben fertiggestellt worden ist, nach Hamburg gekommen, um sie Ihnen erstmalig vorzuführen. Sie steht auf dem Heiligengeistfelde. In 16 Fahrzeugen sind alle

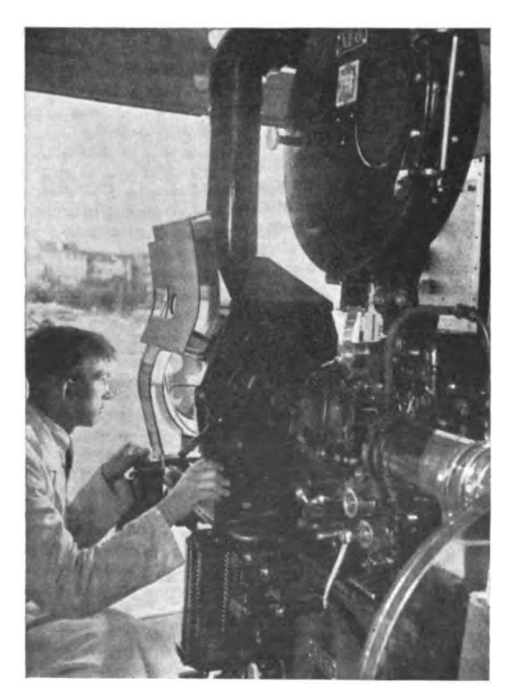


Abb. 15. Vorbereitung des Kinoprojektors zum Senden.

notwendigen Geräte eingebaut. Sie werden Gelegenheit haben, diesen Sender selbst zu besichtigen, so daß ich mich hier auf die Aufzählung der Haupteinrichtungen beschränken kann.

Wir haben einmal in dieser fahrbaren Sendeanlage zwei Ultrakurzwellensender für Bild und Ton, dazu die Stromversorgungsanlagen, Umformer, Gleichrichter, Hochspannungsanlagen (A b b. 14) usw., ferner eine Stromerzeugungsanlage mit Dieselmotorgeneratoren, um nötigenfalls den Strom selbst erzeugen zu können. In einem weiteren Wagen ist ein Kinoprojektor mit Scheibenzerleger, Photozelle und zugehörigen Verstärkern eingebaut (A b b. 15). Je ein Wagen ist für die Bild- und Tonkontrolle vorgesehen. Ein Werkstattwagen ist ebenfalls vorhanden.

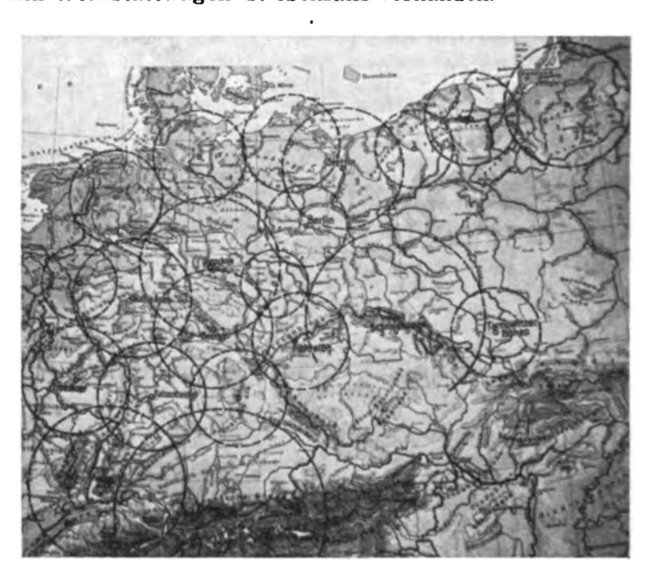


Abb. 16. Entwurf eines deutschen Tonbild-Rundfunk-Senders.

Bei der Ausrüstung von ganz Deutschland mit Fernsehsendern möchte man natürlich mit möglichst wenig Sendern auskommen. Daher ist auch mit dem fahrbaren Sender als nächstes geplant, eine Versuchssendung vom Brocken aus vorzunehmen. Es sollen dort Versuche in größerem Umfange gemacht werden, um festzustellen, welche Reichweiten erzielt werden können. Wenn es zutrifft, daß die Reichweiten so sind, wie es die theoretischen Überlegungen ergeben, wird man vielleicht mit jedem Sender einen Umkreis von 150 bis 200 km versorgen können. Für Deutschland kommt man dann rechnungsmäßig auf eine Anzahl von 25 Sendern, deren Verteilung die A b b. 16 zeigt.

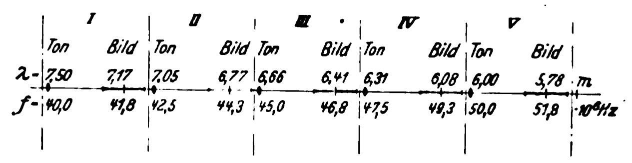
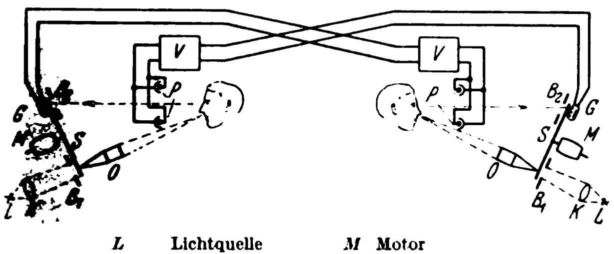


Abb. 17. Wellenverteilung der Ultrakurzwellen-Tonbildsender.

Im Flachland, wie in Hamburg z. B., könnte man nur mit hohen Türmen arbeiten. Wollte man in Hamburg einen Sender aufstellen, müßte man an irgendeiner Stelle, vielleicht auf dem Heiligengeistfeld, einen Turm von den Ausmaßen des Berliner Funkturms, unter Umständen noch größerer Höhe, errichten. Die Wellenverteilung scheint schwierig auszusehen, wird sich aber wahrscheinlich einfacher gestalten, weil diese Ultrakurzwellen nur eine geringe Reichweite haben, so daß man wohl mit vier oder fünf verschiedenen Wellenbändern auskommen würde, um ganz Deutschland zu versorgen (A b b. 17).

Für die Durchführung des Fernsehens genügt jedoch nicht allein, Sender zu haben, sondern man muß später auch von jeder beliebigen Stelle aus die Darbietungen dem Sender zuführen können, benötigt also Leitungen für Fernsehen. Das erschien zunächst unmöglich, denn mit den vorhandenen Leitungen kann man nur Frequenzbänder von 5 bis 6000, höchstens 10 000 Hz übertragen. Daher wurde von der Reichspost in Zusammenarbeit mit Kabelfirmen ein ganz neuartiges Kabel entwickelt, das geeignet ist, Fernsehsendungen über beliebige Entfernungen zu übertragen, genau wie wir jetzt Ferngespräche über beliebige Entfernungen übertragen können. Ein solches Kabel ist in Berlin auf einer kurzen Strecke ausgeführt worden und hat die Berechnungen und Vermutungen bestätigt. Somit kann man auch das Fernsehen mit dem Fernsprechen verbinden, so daß man von der Fernsprechzelle

aus nicht allein sprechen, sondern auch den Gesprächspartner sehen kann. Diese Fernsprechzellen haben die gleiche Größe wie die Ihnen bekannten. In ihrer Nähe müssen noch die Geräte untergebracht werden, die für die Bildaufnahme und Wiedergabe notwendig sind. Die erste derartige Anlage hat das Reichspostzentralamt vor vielen Jahren gebaut, und diese Anlage, der erste derartige Versuch der Welt, steht heute im Deutschen Mu-



L	Lichtquelle	M	Motor
K	Sammellinse	S	Nipkowscheibe
$B_1\,B_2$	Blenden	P	Photozellen
G	Glimmlampe	V	Verstärker

Abb. 18. Grundsätzliche Darstellung einer Gegensehanlage.

seum in München. Sie arbeitete mit 30 Zeilen bzw. 1200 Bildpunkten.

Für die weiteren Versuche wurde im Reichspostzentralamt eine neue Gegensehanlage für 90 Zeilen oder 10 000 Bildpunkte mit eigenen Laboratoriumsmitteln gebaut, die, wie schon vorher erwähnt, für die Übertragung sprechender Personen genügt. Auch diese Anlage wurde nach Hamburg gebracht, damit Sie sie in Betrieb sehen können. Die beiden Sprecher können also gegenseitig sprechen und sich auch gegenseitig sehen. Die Arbeitsweise einer solchen Gegensehanlage ist in Abb. 18 zu sehen.

Im Rahmen dieser Ausführungen kann leider auf die weitere Entwicklung nicht eingegangen werden. Es sei noch darauf hingewiesen, daß seitens der Reichspost alles darangesetzt wird, um diese neue Technik weiter zu fördern. Sie hat sich in letzter Zeit schon fruchtbringend auf anderen Gebieten ausgewirkt.

Schrifttum.

1. Schröter, Der heutige Stand der Fernsehübertragung. Telefunkenztg. 15 (1934) H. 66.
2. Flanze, ETZ 55 (1934) S. 981 und Kette, Fernsehen 5 (1934) S. 51. Fernsehen auf der 11. großen deutschen Funkausstellung.
3. Banneitz, Die Fernsehversuche des Reichspostzentralamts. Elektr. Nachr.-Techn. 11 (1934) S. 73.
4. Scholz, Die rundfunkmäßige Verbreitung von Tonbildsendungen auf ultrakurzen Wellen in Deutschland. Elektr. Nachr.-Techn. 12 (1935) S. 3.
5. Scholz, Fernsehempfang in Groß-Berlin. Fernsehen 5 (1934) S. 25.
6. Scholz, Die Fernsehempfangsversuche auf dem Brocken. Fernsehen 5 (1934) S. 50.
7. Möller, Die Fernsehabtaster des Ultrakurzwellensenders Berlin-Witzleben. Fernsehen 6 (1935) S. 16.
8. Heimann, Untersuchungen an Hochvakuum-Braunschen Röhren. Fernsehen 6 (1935) S. 1.
9. Wiedemann, Der Einfluß der Bildpunktzahl auf die Güte von Fernsehbildern. Fernsehen 1 (1930) S. 481 u. f. Über die Beziehung zwischen Bildpunktzahl, Größe und Helligkeit bei Fernsehbildern. Fernsehen 2 (1931) S. 8 u. f.
10. Schröter, Zur Frage des Ultrakurzwellenrundfunks. Elektr. Nachr.-Techn. 8 (1931) S. 431.
11. Schriever, Die technischen Einrichtungen für einen Fernsehrundfunk. Fernsehen 4 (1933) S. 35.
12. Krahwinkel u. Ziebig, Fernsehversuche mit Ultrakurzwellen. Fernsehen 4 (1932) S. 35.
13. Konzentrische Kabel für Breitbandübertragung. Telegr. u. Fernspr.-Techn. 24 (1935) S. 38 [Ref. aus Bell. Syst. techn. J. (Okt. 1934) H. 4.]
14. Heimann, Neuere Bildzerleger in der Fernsehtechnik. ETZ 56 (1935) H. 27, S. 761.
15. Schröter, Handbuch der Bildtelegraphie und des Fernsehens, Berlin, Verlag Springer, 1932.
16. Banneitz, Die jüngste Entwicklung der Fernsehtechnik. VDE-Fachberichte 1934.
17. Ardenne, M. v., Fernsehempfang, Berlin, Weidmannsche Buchhandlung, 1935.
18. Ausführliche Literaturübersichten in jeder Nr. der Zeitschrift „Fernsehen und Tonfilm". Erscheint im Verlag Weidmannsche Buchhandlung, Berlin.

Aus den Fachberichtgruppen*).

Fachgruppe A I Kraftwerke.

621. 311

H. Kyser als Einführender gab zunächst einen kurzen Rückblick über die letzten Fortschritte auf dem Gebiete des Kraftwerksbaues, so insbesondere die elastische Kesselführung, die Ljungström-Turbine und das Zusammenarbeiten zwischen Großkraftwerken. Die heutigen Bestrebungen, die Kohle weiter aufzuschließen und daraus die Treibölgewinnung wesentlich zu verstärken, haben hinsichtlich des Kraftwerksbaues und -betriebes die Folge, daß die Großkraftwerke auf den Kohlengruben gezwungen sein werden, die Abfallkohle zu verfeuern und verstärkt als Grundlastwerke zu arbeiten. Es entsteht dann die Frage, ob zur Entlastung der Fernleitungen und zur Reserve in Störungsfällen örtliche Spitzenkraftwerke zweckmäßig sind. Im Zusammenhang mit der Unterstützung der Großstromversorgung durch solche Ortswerke wurde auch die Eingliederung der Industriewerke kurz gestreift.

W. Guilhauman behandelte in seinem Vortrage „Neuere Regelungen für Industrie-Dampfturbinen" die Isodromsteuerung von Dampfturbinen, insbesondere für Industriewerke, wo Kondensations- mit Gegendruckturbinen zusammenarbeiten. An Hand von ausgeführten Anlagen wurde die Verbundsteuerung im einzelnen erklärt und ihre Anpassungsfähigkeit nachgewiesen.

H. Schult besprach die „Wirtschaftliche und betriebliche Bedeutung von Spitzenkraftwerken" und wies darauf hin, daß diese Art von Kraftwerken heute wieder in den Vordergrund der Beachtung treten. Seinen Ausführungen legte er ein 64 000 kW-Spitzenkraftwerk zugrunde und machte Angaben über Raumbedarf, Anlage- und Erzeugungskosten. Auch die weitere Ausnutzung solcher Spitzenkraftwerke für die Städteheizung wurde erläutert.

„Thermische Spitzenkraftwerke im Verbundbetrieb" erörterte H. Gleichmann. Er stellte seinen Ausführungen Begriff und Zweck der Spitzenkraftwerke voraus, besprach die verschiedenen Arten des thermischen Spitzenkraftwerkes und kam zu dem Ergebnis, daß der Dieselmaschine für diese Zwecke große Bedeutung beizumessen ist, sofern die Treibölfrage an sich für Deutschland gelöst ist. Es wurden einzelne Anlagenteile und die Durchbildung solcher Dampfspitzen-Kraftwerke behandelt und anschließend daran Angaben gemacht über Brennstoffmengen sowie Kosten und Wärmeverbrauch solcher Werke.

R. Brüderlink besprach „Die Rückwirkung von Asynchronmaschinen auf pendelnde Netze", ausgehend von einer Arbeit Rüdenbergs, der nachgewiesen hat, daß bei der Untersuchung des Parallelarbeitens synchroner Maschinen die Einwirkung der asynchronen Schwungmassen des Netzes zu berücksichtigen ist. Diese bringt vermehrte Dämpfung und hat eine bisher unbekannte kritische Netzfrequenz zur Folge. Die Berechtigung der Rüdenbergschen Untersuchungen wird festgestellt.

H. Kyser.

Fachgruppe A II Betrieb von Netzen.

621. 316

Nach einer kurzen Einleitung des Einführenden, in der vor allen Dingen die Probleme für den Verbundbetrieb aufgezeigt wurden, wurden die einzelnen Berichte vorgetragen. Man könnte sie mit dem Kennwort „Sicherstellung der Belieferung des Abnehmers mit Wirk- und Blindleistung" überschreiben, wozu auch die Sicherstellung der Spannung zu rechnen ist.

M. Schwaiger berichtete über „Das Regeln von Transformatoren mit Langsam- und Schnellschaltern". Der Inhalt seiner Ausführun-

*) Das Fachberichtheft erscheint demnächst. Es enthält die Darlegungen der Einführenden, die Fachberichte im ungekürzten Wortlaut und den zugehörigen Meinungsaustausch.



gen umfaßte die Gegenüberstellung Langsamschalter oder Schnellschalter für Schalteinrichtungen bei Regeltransformatoren. Die anschließende Aussprache ergab, daß man weder Vorteile noch Nachteile der einen Art gegenüber der anderen ins Feld führen kann. Ob dem Langsamschalter oder dem Schnellschalter der Vorzug zu geben ist, muß der Zeit und damit der Zukunft überlassen bleiben.

W. Schäfer brachte einen „Beitrag zur Frage der Wirk- und Blindleistungsregelung in Ringnetzen". Seinen sehr interessanten Ausführungen lag die Erkenntnis zugrunde, daß zur Regelung der Wirk- und Blindleistung in Ringnetzen größeren und kleineren Umfanges Regeltransformatoren zur Erzeugung von Quer- und Längsspannungen an geeigneten Punkten eingesetzt werden müssen. Die theoretischen Ausführungen des Referenten wurden in der Aussprache noch erweitert durch Beiträge von Erich Schulze und Chr. Kneller. Über die praktischen Erfolge eines Quer- und Längsspannungsreglers in einem 60 kV-Netz gab W. Schmidt Aufschluß.

Hermann Schulze sprach „Über das Verhalten von Hochspannungs-Phasenschieber-Kondensatoren großer Leistung in ausgedehnten Mittelspannungsnetzen (praktische Betriebsergebnisse aus einem großen 10 kV-Netz)". In Ergänzung seines Aufsatzes in der ETZ 56 (1935) H. 18, S. 501 kommt der Redner zu der Aufstellung verschiedener Erkenntnisse hinsichtlich der praktischen und theoretischen Verwendung von Hochspannungskondensatoren in einem 10 kV-Netz. Nach seinen Darstellungen ist die Aufstellung von Kondensatorenbatterien bei Mittelspannungen wirtschaftlich billiger als die Anlage von umlaufenden Phasenschiebern. Als Ergänzung zu diesem Bericht trug H. Grünewald über „Das Schalten von Hochspannungs-Phasenschieber-Kondensatoren großer Leistung nach Netzversuchen" vor und zeigte Versuchsergebnisse auf, die mit Hilfe eines Kathodenstrahl-Oszillographen in einem 10 kV-Netz gewonnen worden waren. Eine große Anzahl Kathodenstrahl-Oszillogramme wurde gezeigt und erläutert. Die Ausführungen wurden in der Aussprache von V. Aigner in meßtechnischer Hinsicht ergänzt.

Das Ergebnis der gegebenen Fachberichte und der anschließenden Aussprachen kann als ersprießlich angesehen werden, insbesondere da die behandelten Fragen geeignet waren, das Interesse der Hörer lebhaft zu gewinnen. Es wird als richtig erachtet, wenn für die künftigen Fachberichterstattungen anläßlich von VDE-Tagungen Vorträge mit dem Hauptthema „Betrieb von Netzen" weiterhin vorgesehen werden. A. Schmolz.

Fachgruppe A III Schaltvorgänge.

621. 316. 06

Die Fachgruppe „Schaltvorgänge" war neu geschaffen. Sie verdankt ihre Entstehung im wesentlichen einmal dem Auftrieb, den dieses Gebiet durch die heutigen betrieblich brauchbaren Kathodenstrahl-Oszillographen erhielt, und zum anderen den Problemstellungen durch die neuen öllosen Schalter und Sicherungen.

Die ausgeprägtesten und unangenehmsten Schaltvorgänge entstehen durch Leer- und Kurzschlußschaltungen, da bei beiden der dämpfende Einfluß der hauptsächlich Ohmschen Nutzlast fehlt. In Bestätigung dieser Gesetzmäßigkeit behandelten zwei Fachberichte die Vorgänge, insbesondere die Überspannungen bei der Leerabschaltung von Umspannern und langen Leitungen, während weitere zwei Fachberichte sich mit der Anstieggeschwindigkeit der wiederkehrenden Spannung nach Kurzschlußabschaltungen befaßten.

H. Freiberger schilderte Überschläge, die gelegentlich beim Leerabschalten großer Umspanner in der Schaltanlage auftraten und mit Schleifen- und Kathodenstrahl-Oszillographen untersucht wurden. Es wurden Lichtbogenschwingungen der Frequenzen 2 bis 20 kHz festgestellt, deren Strom sich dem Leerlaufstrom des Umspanners überlagert. Der durch den Schalter fließende Summenstrom wird dadurch in einem Zeitpunkt zu Null, in welchem noch eine merkliche Magnetisierungsleistung vorhanden ist. Nach dem Abreißen des Lichtbogens setzt sich die magnetische Energie in Ladungsenergie um und schwingt verhältnismäßig langsam mit etwa 200 bis 500 Hz aus. Aus angestellten Überlegungen erkennt man in Übereinstimmung mit den Versuchsergebnissen und Betriebsvorfällen: wesentliche Überspannungen, die bis zum 4,7-fachen der Normalspannung gemessen wurden, treten nur in jenen Teilen der Schaltanlage auf, die zwischen dem abgeschalteten Umspanner und seinen Schaltern liegen. Bei Leerabschaltung von der Seite der höheren Betriebsspannung her sind die Überspannungen kleiner. Überspannungen und Frequenzen der Ausgleichsschwingung steigen mit der Sättigung des Umspanners, d. h. mit der Größe des zufällig abzuschaltenden Magnetisierungsstromes und der prozentualen Leerlaufleistung. Sie werden anscheinend geringer, wenn auf der Oberspannungsseite eine zusätzliche Kapazität liegt. Auch die Bauart des Schalters hat einen gewissen Einfluß auf die Höhe der Überspannungen.

H. Baatz beschrieb die Vorgänge beim Abschalten leerlaufender Leitungen auf Grund der Erfahrungen aus rd. 300 Leerabschaltungen in Netzen mit 6 bis 220 kV Betriebsspannung. Der Abschaltverlauf hat verschiedenartigste Formen, läßt sich aber stets in vier Grundvorgänge zerlegen. Diese sind gekennzeichnet durch die Spannungsänderung mit Betriebsfrequenz auf der einen Schalterseite, durch die nach dem Abschalten verbleibenden Gleichspannungsladungen der Leitung auf der anderen Schalterseite, durch die bei Rückzündungen auftretenden Schwingungen mit der Eigenfrequenz der Betriebsmittel oder Netzteile beiderseits des Schalters und durch die durch Rückzündungen hervorgerufenen Wanderwellen. Letztere bestimmen den Spannungsverlauf, wenn nach der Abschaltung noch weitere Leitungen an der Sammelschiene verbleiben. Im andern Fall überwiegt der Einfluß der Schwingungen. Je mehr Leitungen verbleiben, desto ruhiger ist der Spannungsverlauf. Die Schalterbauart hat keinen maßgeblichen Einfluß. Die bei der Abschaltung entstehenden Überspannungen erreichen nach den Messungen nur in seltenen Fällen Beträge bis zum vierfachen Scheitelwert der Sternspannung, liegen also bei Anlagen bis 100 kV noch unterhalb der vorgeschriebenen Mindestüberschlagsspannung.

Im dritten Fachbericht zeigte W. Kaufmann, ausgehend von den Verhältnissen in Schalterprüffeldern, systematische Untersuchungen über den Verlauf der wiederkehrenden Spannung. Bereits der einfachste Fall, nämlich ein Drehstromgenerator, führt zu verschiedenen Ergebnissen, je nachdem, ob er ein-, zwei- oder dreipolig betrieben wird. Wird mit dem Generator noch eine Drosselspule in Reihe geschaltet, so treten im allgemeinen zwei überlagerte Frequenzen auf. Hier bestehen besondere Schwierigkeiten, da einerseits die verschiedenen Schaltertypen auf die höheren Frequenzen verschieden reagieren, anderseits die eindeutige Festlegung des Spannungsverlaufs die Angabe mehrerer Werte erfordert. Es muß beispielsweise neben der Eigenfrequenz auch deren Amplitude oder neben dem steilsten Spannungsanstieg auch die Rückkehrzeit und die spannungslose Zeit angegeben werden. Nur bei bestimmten Verhältnissen zwischen den Induktivitäten bzw. Eigenfrequenzen der zwei Schwingungskreise tritt ein von der Sinuskurve stark abweichender Spannungsverlauf auf. Die Dämpfung der hochfrequenten Schwingungen kann entweder durch den Hochfrequenzwiderstand oder durch parallel liegende Widerstände bedingt sein. Letztere können im Schalter selbst oder als Parallellast auftreten. Bei Widerstandswerten in der Größenordnung von einigen 100 Ω verläuft der Vorgang schon annähernd aperiodisch.

G. Hameister trug die Bedingungen vor, die hinsichtlich der Anstieggeschwindigkeit auf Grund der Netzverhältnisse gestellt werden müssen. Schalter, die nahe vor oder hinter Generatoren, Umspannern oder Drossel-

spulen eingebaut sind und einen hinter diesen Betriebsmitteln liegenden Kurzschluß abschalten, können durch Schwingungen hoher Frequenz und Amplitude beansprucht werden, weil die Eigenfrequenzen jener Betriebsmittel und ihre Spannungsanteile im Kurzschluß groß sind. Die Eigenfrequenzen der Generatoren betragen im Mittel etwa 20 000 Hz; die der Umspanner und Drosselspulen liegen in ungefähr gleicher Höhe und können bei 100 kV Betriebsspannung 10 000 Hz, bei 30 kV 30 000 Hz und bei 6 kV 100 000 Hz überschreiten. Die diesen Frequenzen zugeordneten Spannungsanteile können mehr als 50 % der Betriebsspannung betragen. Hieraus und aus der Tatsache, daß verschiedene z. Z. vorhandene Schaltertypen normaler Fertigung derartige Einschwingwellen bei großen Kurzschlußleistungen beherrschen, wird gefolgert, daß dem VDE die obengenannten Zahlenwerte als Unterlage für die neu zu schaffenden Prüfbedingungen hinsichtlich der Anstieggeschwindigkeit vorgeschlagen werden könnten. E. Krohne.

Fachgruppe B I Bau von Netzen. 621. 315

Die diesjährigen Fachberichte brachten interessante Vorträge über die Anwendung von Aluminium im Freileitungsbau und in der Kabeltechnik. W. Bolling gab einen allgemeinen Überblick über die Probleme, vor die die Elektrizitätsversorgung durch die Einschränkung des Kupferverbrauchs gestellt wird.

Durch Anwendung eines Rohaluminiums von hohem Reinheitsgrad und Verbesserung der Herstellungsverfahren der Drähte und Seile ist es, wie K. Tonnemacher vortrug, gelungen, die Korrosionsbeständigkeit der Aluminiumseile weiter zu erhöhen und die Aluminiumseile in gleichmäßiger Güte herzustellen, so daß Bedenken gegen die Verlegung von Aluminiumleitungen nicht mehr bestehen. Für die Anwendung von Aluminium bei Starkstromkabeln sind erprobte Löt- und Schweißverfahren zur Herstellung der Verbindungsstellen in Muffen und Endverschlüssen entwickelt worden, die vollkommen betriebssichere Verbindungsstellen gewährleisten. An der Durchbildung von Klemmstellen für unter Spannung auszuführende Abzweigstellen wird noch gearbeitet.

Die Stoßdurchschlagsfestigkeit von Hochspannungskabeln ist Gegenstand eingehender experimenteller Untersuchungen gewesen, wie K. Buß und W. Vogel berichteten. Es hat sich gezeigt, daß die Hochspannungskabel in VDE-normalem Aufbau allen an die Freileitungen zu stellenden Anforderungen hinsichtlich Stoßfestigkeit genügen, so daß Bedenken gegen die Anwendung von Kabeln in Freileitungsnetzen nicht bestehen.

W. v. Mangoldt berichtete, daß die durch die Wirtschaftsbelebung hervorgerufene erhöhte Ausnutzung der vorhandenen Niederspannungsnetze zum Ausbau der Netze auf höchste Betriebssicherheit mit gutem Belastungs- und Spannungsausgleich zwang. In der Umwandlung der Strahlennetze in vollvermaschte Netze ist ein gutes Mittel gegeben, die bestehenden Verteilungsnetze auch noch für größere Belastungen auszunutzen.

W. Hillebrandt.

Fachgruppe B II Schaltanlagen. 621. 316

Auf dem Gebiet der Schaltanlagen ist bis zu den höchsten Spannungen Vordringen der ölarmen Schalter zu erkennen. Bei den großen Hochvoltschaltanlagen hat man enge und mehrstöckige Bauweisen verlassen und zieht die Anlageteile der größeren Sicherheit wegen weiter auseinander.

Im Fachbericht G. Meiners über „Die Einfachheit als Ziel der Entwicklung selbsttätiger Starkstromschaltanlagen“ und in der Besprechung wurden zweckmäßige Beschränkung bei der Aufgabestellung und enge Zusammenarbeit zwischen Betriebsführung und Ausführenden als wichtigste Vorbedingung zur Schaffung brauchbarer und wirtschaftlicher Anlagen festgestellt.

Im Fachbericht K. Reiske über „Heimische Baustoffe im Schaltanlagenbau unter besonderer Berücksichtigung des Aluminiums“ wurden Wege zu zweckmäßigen Verteilungsschaltanlagen gezeigt. In Vortrag und Besprechung kam zum Ausdruck, daß für Schaffung derartiger Anlagen Sicherheit und Wirtschaftlichkeit gebührend berücksichtigt werden müssen.

H. Johann berichtete, wie durch zweckmäßige Anordnung der Sammelschienen von Aluminiumschaltanlagen bei hohen Stromstärken möglichst gleichmäßige Verteilung der Ströme erstrebt werden kann. Bei sehr hohen Stromstärken in der Größenordnung von etwa 10 000 A können noch besondere Maßnahmen der Stromverteilung notwendig werden.

W. Koch behandelte das schwierige Gebiet der Hochspannungserdungen. Es wurde sowohl im Bericht wie auch in der nachfolgenden Besprechung festgestellt, daß die deutschen Erdungsvorschriften sich als zweckentsprechend erwiesen hätten. Schwierigkeiten können bei Verbindung von Gebäudeblitzableitern und Hochspannungserdung entstehen. H. Calliess.

Fachgruppe B III Stromrichter. 621. 314. 6

In der diesjährigen Sitzung der Fachgruppe Stromrichter wurden nicht die schwierigen Schaltungen der Wechselrichterklasse behandelt, wie Umrichter, Stromrückgewinnen, kollektorloser Motor, Gleichstrom-Zwischenübertragung o. dgl., sondern lediglich Aufgaben des Gleichrichtergebiets. Eine Anzahl Anlagen der Wechselrichterklasse ist im Bau. Es besteht Aussicht, daß bereits auf der nächstjährigen Jahresversammlung über Betriebsergebnisse berichtet werden kann.

Wie die beiden Vorträge über Neuerungen der Gefäßtechnik und die anschließende Aussprache zeigten, ist die Entwicklung: große Stromstärken bei niedrigen Spannungen, zu einem gewissen Abschluß gelangt, nachdem es gelungen ist, Quecksilberdampfgefäße mit Einheitsstromstärken bis etwa 8000 A herzustellen und sie in beliebiger Anzahl parallel zu betreiben. Statt dessen hat eine neue Welle der Entwicklung eingesetzt in Richtung hohe Spannung bei großer Leistung; sie bildet eine wichtige Vorstufe für die Fernübertragung durch hochgespannten Gleichstrom. Die üblichen Hg-Unterdruckgefäße werden bereits heute für Senderzwecke mit Gleichspannungen über 20 kV hergestellt, wobei allerdings die Leistung unter 1000 kW liegt. A. Siemens, der Berichterstatter für die Unterdruckgefäße, rechnet mit der Möglichkeit, diese Gefäßart bis zu 50 kV und 200 A Gleichstrom zu entwickeln, also auf den zehn- bis zwanzigfachen Wert der heute erreichten Hochspannungsleistung zu steigern. Bei der Aussprache wurde betont, daß man noch ganz am Anfang dieser Arbeiten stehe und daher über die Mittel, dieses Ziel zu erreichen, noch keine näheren Angaben machen könne.

Die weiter behandelte Gefäßart nach Erwin Marx, die mit Überdruck arbeitet und Gase verwendet, eignet sich insbesondere für höhere Spannungen. Werte von 100 bis 200 kV, die voraussichtlich für Fernübertragung in Frage kommen, werden ohne Schwierigkeit beherrscht. Auch ist nach den Mitteilungen des Berichterstatters H. W. Meyer für diese Gefäßart die Frage des Abbrands und der Steuerfähigkeit auf dem Versuchsfeld befriedigend gelöst worden, so daß es grundsätzlich möglich erscheint, mit einem Satz dieser Gefäße Leistungen in der Größenordnung von 100 MW zu übertragen.

Wie die zweite Hälfte der Sitzung zeigte, in der die Rückwirkung der Stromrichter auf das speisende (Primär-) Drehstromnetz von H. Lebrecht behandelt wurde, sind bei Übergang auf große Leistungen besondere Maßnahmen zu treffen, um die Folgen der durch die Stromrichter erzeugten Oberwellen in den zulässigen Grenzen zu halten. Bei der Gleichrichtung werden vor allem die Oberwellen niedriger Ordnung (fünfte und siebente) für bedenklich angesehen, da sie häufig in der Nähe der Eigenfrequenz der üblichen Drehstromnetze liegen. Man bevorzugt daher



Schaltungen, welche die vorgenannten Oberwellen vermeiden. In einem praktischen Fall, wo diese Oberwelligkeit den Betrieb störte, konnte der Mangel durch Zusatztransformatoren gänzlich beseitigt werden. Die Zusatztransformatoren versetzten die Spannungslage der beiden Stromrichtergruppen derart, daß die störenden Oberwellen um 180 elektrische Grade gegeneinander verdreht wurden, so daß sie sich aufhoben. Wenn auch betont wurde, die Beherrschung der Rückwirkung stehe noch am Anfang der Entwicklung — zumal u. U. auch die Fernmeldeanlagen und die Funkübertragung betroffen werden — und müsse daher weiter ernstlich beachtet werden, so hinterließ die ausgiebige Aussprache über diese Frage doch im ganzen ein hoffnungsvolles Bild. Es wurde darauf hingewiesen, daß abgesehen von dem erwähnten Mittel noch andere Möglichkeiten bestehen, um der Störwirkung entgegenzutreten und daß die Netze selbst durchweg nicht die Schwingfähigkeit besitzen, mit der der Berichterstatter aus Gründen der Einfachheit rechnen mußte, um diesen schwierigen Fragenkomplex überhaupt der Rechnung zugänglich zu machen.

In dem letzten Bericht von H. Scherp wurde noch auf eine bisher weniger beachtete Art der Rückwirkung hingewiesen, nämlich auf eine gewisse Absenkung der Gleichspannung bei Auftreten von Oberwellen im speisenden Netz. Da letztere nicht nur von der Stromrichterschaltung, sondern auch von dem Schaltzustand des Primärnetzes selbst abhängen, so ändert sich u. U. während des Betriebes selbst bei fester Gleichstromlast die Spannungsübersetzung zwischen Drehstrom und Gleichstrom. Glücklicherweise handelt es sich hierbei nur um geringe Beträge, die meist durch die ohnehin vorhandenen Regler mitbeherrscht werden. Außerdem wirken die eben erwähnten Bestrebungen, die Oberwellen, insbesondere niederer Ordnung, zu verringern, gleichzeitig dieser Spannungserscheinung entgegen.

Als Ganzes gesehen, hinterließ die in der Sitzung geführte Aussprache den Eindruck, daß die Vorstufe der Gleichstrom-Fernübertragung, hohe Spannungen und Leistungen mit den Gefäßen zu beherrschen, in absehbarer Zeit gelöst wird, und daß die Stromrichtertechnik über wirksame Waffen verfügt, um etwaigen Schwierigkeiten, die sich bei großen Leistungen aus der Rückwirkung der Stromrichterlast ergeben, mit Aussicht auf Erfolg zu begegnen.

R. Tröger.

Fachgruppe C I Maschinen.

621. 313

Die vier Fachberichte dieser Gruppe geben naturgemäß nur kleine Ausschnitte der Entwicklung des heutigen Elektromaschinenbaues wieder. Sie beweisen aber gerade in ihrer Verschiedenartigkeit, mit welchem Eifer auf allen Gebieten die Entwicklung gefördert wird.

H. Winkelsträter berichtete über die konstruktiven Schwierigkeiten beim Aufbau großer Wasserkraftgeneratoren, die sich aus der bis 2,65fachen Drehzahlsteigerung der Kaplanturbinen bei Entlastung und Reglerstörung ergeben. Es wird vorgeschlagen, eine Untersuchung darüber anzustellen, inwiefern durch den Einbau von weiteren Sicherheitsorganen ähnlich wie bei Dampfturbinen eine derartige Drehzahlsteigerung verhindert werden kann. Dabei ist nicht zu verkennen, daß bei Wasserturbinen infolge der sehr großen Massen der zu bremsenden bzw. abzulenkenden Wassersäule die Lösung viel schwieriger wird, als bei Dampfturbinen mit der verhältnismäßig winzigen Dampfmasse, die heutigen Leerschußschieber arbeiten viel zu langsam, so daß ein großes Ansteigen der Drehzahl zu gewärtigen ist. Immerhin erscheint die Bildung eines Ausschusses zum Studium dieser Fragen wünschenswert. In Ryburg-Schwörstadt sollen bereits Durchgangsversuche mit den dortigen Kaplanturbinen gemacht worden sein, deren Ergebnisse aber zum Zeitpunkt der Besprechung noch nicht vorlagen.

Wie H. Eichhorn vortrug, können Synchronmaschinen als elektrische Kupplung zum spiegelbildlich winkelgleichen Lauf zweier Propeller verwendet werden. Man kann diese Schaltung auch bei elektrischem Propellerantrieb selbst verwenden. Bei Schiffsmanövern löst man einfach vorübergehend die elektrische Kupplung auf. Handelt es sich nur um synchrone Kupplung der mechanisch angetriebenen Propellerwellen, so muß man die Maschine für etwa 20 bis 25 % der Propellerleistung auslegen, wobei zu berücksichtigen ist, daß die Erregerleistung etwa für $\cos \varphi = 0{,}7$ bis 0,8 bemessen sein muß. Im allgemeinen wird man die Frequenz solcher Synchronübertragungen verhältnismäßig hoch wählen (50 und mehr), um eine große Polzahl der Maschinen, also bei einem bestimmten elektrischen Winkel einen möglichst kleinen räumlichen Winkel zu erhalten. Je kleiner der räumliche Winkel, um so genauer die Einstellung, um so kleiner die Querleistung. Bei synchronem Propellerantrieb kann man durch Drosselung der Dampf- bzw. Brennstoffzufuhr zur Antriebsmaschine des Synchrongenerators die Frequenz und damit die Drehzahl der Propellerwelle in wenigen Sekunden auf einen Bruchteil der Marschdrehzahl senken und somit bei Zweischraubenschiffen Wendemanöver ausführen. Noch einfacher geht das mit dem Voith-Schneider-Propeller, bei dem die Flügel ähnlich wie bei einer Kaplanturbine verstellt werden können. Man gewinnt den Eindruck, daß es in absehbarer Zeit möglich sein wird, mit synchronen elektrischen Schiffsantrieben praktisch alle Schiffsmanöver mindestens so gut wie bei Turbinen- oder Dieselmotorschiffen zu lösen. Auch die Geschwindigkeitsregelung läßt sich leicht und sicher durchführen. Durch den neuen synchronen Propellergleichlauf werden nicht nur lästige Schwingungen und Geräusche vermieden, sondern auch die Lebensdauer der Schiffe erhöht.

Die Kreisschaltung zur Prüfung von Reihenschlußmotoren gleicher Bauart ist in der alten Kappschen Schaltung bis zu Leistungen von 50 kW stabil durchführbar. Die Stabilitätsgrenze kann man erhöhen, indem man parallel zur Erregerwicklung des Generators eine Erregermaschine schaltet. Man kann damit Maschinen bis etwa 250 kW stabil abbremsen. Sollen noch größere Leistungen abgebremst werden, dann kann man, wie F. Stier berichtete, durch drehzahlabhängige Erregung der Zusatzmaschine die Stabilität erreichen. Diese Schaltung ist wichtig für die Prüfung großer Lokomotivmotoren und dergleichen und an Einphasenmotoren auch schon erprobt. Im Institut für elektrische Maschinen an der Technischen Hochschule Braunschweig wird schon seit Jahren eine Kreisschaltung zur Untersuchung des stabilen Astes der Drehmoment-Drehzahl-Kennlinien von Drehstrommotoren mit gutem Erfolg verwendet, bei der die Zusatzmaschine je nach Bedarf drehzahlabhängig oder drehzahlunabhängig erregt wird. Es ist dabei gelungen, die Drehzahl bis unter 50 U/min herunterzuregeln und dabei die Drehmomente mit einer Pendelmaschine sehr genau zu messen.

H. Lund berichtete über die Geräuschanalyse des Kurzschlußmotors als Fehlerindikator. Man kann in verhältnismäßig einfacher Weise bei bestimmten Nuten- und Polzahlen von Ständer und Läufer alle möglichen Resonanzfälle der Drehmomentbildung ermitteln. Diese Drehmomente verursachen Geräusche. Hat ein Motor andere Geräusche als die vorausberechneten, so ist das ein Beweis für einen Herstellungsfehler. Man kann die bei bestimmten Fehlern auftretenden Geräusche ebenfalls vorausberechnen. Dieses Verfahren ermöglicht es aber auch, bestimmte unerwünschte Drehmomenteigenschaften eines Motors zu vermeiden, wie z. B. Drehmomentsättel bei gewissen Drehzahlen und dergleichen. Voraussichtlich wird dieses Verfahren auch zur Klärung einiger Fragen der doppeltverketteten Streuung insbesondere bei Kurzschlußmotoren führen. Nutenschränkung verringert zwar die Amplituden an den Resonanzstellen, läßt sie aber doch noch meist erkennen.

F. Unger.

Fachgruppe C II Elektrische Bahnen.

621. 33

Die Steigerung der Fahrgeschwindigkeit, die durch den Wettbewerb von Flugzeug und Kraftwagen bedingt ist, beherrscht auch weiterhin die Entwicklung des Eisen-



bahnwesens. Vor kurzem sind mit einer in Stromlinienform verkleideten neuen Dampflokomotive auf der Strecke Berlin—Hamburg Geschwindigkeiten von fast 192 km/h erreicht worden. Die neue elektrische Schnellzuglokomotive E 18 hat vor wenigen Tagen bei einer Versuchsfahrt zwischen München und Stuttgart eine Geschwindigkeit von 170 km/h erreicht und dabei zeitweise Leistungen von 4500 kW aufgenommen. Bemerkenswert ist hierbei weniger die Geschwindigkeit an sich, die ja vor über 30 Jahren schon von elektrischen Triebwagen bei den Schnellfahrtversuchen auf der Strecke Marienfelde—Zossen übertroffen worden ist, sondern die Tatsache, daß es sich, wenigstens beim elektrischen Betrieb, um Lokomotivzüge mit beträchtlichem Zuggewicht handelt. Die E 18 schleppte einen Zug von 400 t Anhängelast.

Das Bestreben nach Abkürzung der Reisezeiten bleibt aber nicht auf die Bahnen des Fernverkehrs beschränkt, sondern gewinnt auch für die Straßenbahnen gegenüber dem Wettbewerb des Autobusses immer mehr an Bedeutung. Der Vortrag von E. Dozler beschäftigt sich mit der Frage, wie ohne unwirtschaftliche Steigerung der Motorleistungen dem Streben nach höheren Reisegeschwindigkeiten entsprochen werden kann. Die bisherige Steuerung von Straßenbahnwagen sah eine verhältnismäßig grobe Abstufung vor, die nur mangelhafte Ausnutzung der Reibungsziffer ermöglichte. Durch Ausbildung einer sehr fein abgestuften Steuerung sowohl für die Anfahrt wie für das Bremsen wird die Ausnutzungsmöglichkeit des Reibungswertes weitgehend gesteigert. Während bei der bisher üblichen Steuerung die mittlere Anfahrzugkraft nur etwa 77 %, die mittlere Bremskraft nur etwa 55 % der Höchstwerte beträgt, werden mit der Feinsteuerung 90 bzw. 83 % erreicht. Die durchschnittliche Reisegeschwindigkeit im Straßenbahnverkehr kann dadurch von etwa 17 auf 22 bis 23 km/h erhöht werden. Die Einführung der Feinsteuerung erfordert zwar gewisse Mehrkosten, setzt aber die Straßenbahnen in den Stand, ihr Verkehrsgebiet zu verteidigen und verlorenes Gebiet zurückzugewinnen.

Vor kurzem ist der elektrische Betrieb auf der Strecke Augsburg—Nürnberg eröffnet worden. Damit ist ein wichtiger Bauabschnitt in der Elektrisierung der Eisenbahnlinie Berlin—München abgeschlossen. Es ist damit zu rechnen, daß der Bauabschnitt Nürnberg—Berlin bald in Angriff genommen werden kann, so daß in absehbarer Zeit die erste große Fernzuglinie in Deutschland in vollem Umfange elektrisch betrieben werden kann. Für die Versorgung der Strecke Nürnberg—Berlin müssen außer dem Reichsbahnkraftwerk Muldenstein, das zur Zeit das mitteldeutsche Netz mit Strom versorgt, noch andere Stromquellen herangezogen werden, entweder durch Errichtung weiterer Bahnkraftwerke oder durch Bezug von Drehstrom aus dem Netz der Landesversorgung und Umformung in Bahnstrom niedriger Frequenz. Für diese Umformung kommen zu Zeit nur die Frequenzumformer in Frage, solange als die Umrichter noch in der Entwicklung sind. Diese Frequenzumformung stellt insofern besondere technische Anforderungen, als es sich dabei um die elastische Kupplung von Drehstromnetzen mit Bahnstromnetzen handelt. Während die ersteren ziemlich gleichbleibende Frequenz aufweisen, pflegt die Frequenz der Bahnnetze erheblich zu schwanken. Die dabei auftretenden Regelungsfragen wurden in dem Vortrag von E. Wenzel behandelt.

Die Deutsche Reichsbahn richtet auf der Höllenthal- und Drei-Seen-Bahn einen Versuchsbetrieb mit Wechselstrom von der Frequenz 50 Hz ein. Damit dem dabei zu erwartenden größeren Spannungsabfall entgegengetreten werden kann, wird eine Fahrdrahtspannung von 20 kV verwendet. Für diese Bahn werden mehrere Lokomotiven und Triebwagen verschiedener Bauart gebaut, u. a. auch eine Lokomotive mit Gleichstrommotoren, die durch auf der Lokomotive angeordnete einphasige Gleichrichter gespeist werden. Die dabei auftretenden Probleme behandelte K. Töfflinger. Die starke Welligkeit des von den einphasigen Gleichrichtern gelieferten Stromes bedingt außer zusätzlichen Wirbelstromverlusten Stromwendestörungen, denen entgegengearbeitet werden muß, weil sonst unerträgliches Bürstenfeuer auftreten würde. Der eine dieser Stromwendefehler, der gleiche Ursachen wie der transformatorische Stromwendefehler bei Wechselstrommotoren hat, wird als Wechselstromwendefehler bezeichnet. Der zweite Stromwendefehler entsteht durch die Eigenart des Gleichrichterbetriebs. Es tritt hierbei eine Differenz zwischen der Welligkeit und Phase des Wendeflusses und des Stromes auf. Den dadurch bedingten Fehler nennt Töfflinger Gleichstrom-Wendefehler. Als bestes Mittel zur Milderung der Fehler wird vorgeschlagen, die beiden Fehler so untereinander abzustimmen, daß sie sich nahezu gegenseitig ausgleichen. Man kann dann gewöhnliche Bahnmotoren, auch ohne besondere Glättungseinrichtungen für den Gleichstrom, mit geringem Aufwand zum befriedigenden Arbeiten bringen.

W. Usbeck.

Fachgruppe C III Antriebe und Lichttechnik.

621. 34 + 621. 32

Für die beiden Fachgebiete konnten nur in je zwei Berichten in knappen Ausschnitten die zur Zeit wichtigsten Fragen dieser beiden bedeutenden Anwendungsgebiete zu Wort kommen.

H. Strudthoff behandelte nach einleitenden Ausführungen über die für Walzwerks-Hilfsantriebe besonders bedeutungsvollen aussetzenden Antriebe die Notwendigkeit, hierfür eine selbsttätige Steuerung für den Ablauf der Schaltvorgänge zur Anwendung zu bringen. Einige diesem Zweck dienende Schaltungen wurden besprochen und insbesondere auf die Steuerung der Läuferschützen der Motoren durch Spannungswächter hingewiesen, die abhängig von der Läuferspannung, also jeweils bei ganz bestimmten Drehzahlen, weiterschalten und damit sowohl den Verlauf des Stromes als auch des Drehmomentes in der zweckmäßigsten Weise festlegen lassen.

Der zweite Bericht von Chr. Kneller war dem Synchronmotor gewidmet und seiner Anwendung als Antriebsmotor in industriellen Anlagen. Der Bericht griff damit ein Thema auf, das im Laufe des letzten Jahres in Deutschland durch den weiteren Ausbau industrieller Anlagen, insbesondere der chemischen Großindustrie, von besonderer Wichtigkeit geworden ist. Die günstigen Eigenschaften des Synchronmotors im Anlauf und im Betrieb wurden im Vergleich zum Asynchron-Kurzschlußankermotor dargelegt, der wirtschaftlich günstige Anwendungsbereich an Hand von Preisvergleichskurven besprochen. Ein Ausführungsbeispiel zeigte die Ausbildung der Schalteinrichtung, die möglichst einfach und damit betriebssicher entworfen und gebaut sein muß. In der Aussprache fand der Bericht durch die Fragen der Eingliederung des Synchronmotors in das speisende Netz eine bemerkenswerte Erweiterung und Vervollständigung.

Auf dem Gebiet der Lichttechnik brachte O. Höpcke zunächst eine interessante Darlegung über die letztzeitliche Entwicklung der Leuchten und Leuchtkörper für das Signalwesen. Insbesondere wurde auf die erfolgreiche Anpassung der Lichtquelle an die Optik und ihre durch den Zweck bedingte Ausbildung hingewiesen. Die günstigen Eigenschaften der Metalldampflampen für farbige Signalbeleuchtung geben bedeutsame und fortschrittliche Anwendungsfälle, z. B. von Natriumdampflampen als Nebellicht für den Seeverkehr, von Quecksilberdampflampen als Begrenzungs- und Landebahnbeleuchtung von Flugplätzen. Wichtig ist hierbei die Forderung nach Verkürzung der Anlaufzeit der Metalldampflampen; der Bericht erwähnte die Ergebnisse der letzten Entwicklung.

E. Ellspermann berichtete schließlich über die Beleuchtung von Autobahnen. Die Bahnbeleuchtung ist verkehrstechnisch notwendig geworden, um weitgehend Unfälle zu verhüten, eine große Reisegeschwindigkeit beibehalten und die mit Aufwand erheblicher Mittel in hochwertigster Weise neu erstellten Verkehrswege bestens aus-

nützen zu können. Nach Aufstellung der für eine gute Verkehrsbeleuchtung sich ergebenden Anforderungen behandelte der Berichter im einzelnen zwei Entwurfsbeispiele für die Beleuchtung einer Kreuzungs- und Einfahrtsstelle von einer Provinzialstraße auf die Autobahn. In der Aussprache boten diese Vorschläge zu weiterem Meinungsaustausch lebhaften Anlaß.

Auch diese beiden Berichte fanden großes Interesse; gaben sie doch teils einen Überblick über das auf dem aktuellen Gebiet in letzter Zeit entstandene Neue, teils wiesen sie auf die mit der gesteigerten Bedeutung der Verkehrsaufgaben in Bälde zu erwartenden neuen Fragen und auf die Vorbereitung ihrer Lösung hin.

In der Fachgruppe wurden zwei Anwendungsgebiete behandelt, die von größter Wichtigkeit sind. Nicht nur das volle wissenschaftliche, sondern auch das wirtschaftliche Interesse wendet sich seitens der erbauenden Industrie, seitens der stromerzeugenden Werke und besonders seitens der anwendenden Industriekreise den hier behandelten Fragen und ihren Fortschritten zu. Es sei an dieser Stelle die Anregung gegeben, daß für die nächste Tagung den beiden Fachgebieten ein größerer Rahmen gegeben werden möge, und daß aus den obengenannten Fachkreisen in vermehrtem Maße Mitarbeit zur Verfügung gestellt werden möge. G. Lesch.

Fachgruppe D I Funktechnik.

621. 396

Im vergangenen Berichtsjahre ist infolge der weitschauenden Förderung durch unsere Regierung das Fernsehen außerordentlich gefördert worden. Seit einiger Zeit haben wir in Deutschland die Aussendung ständiger Fernsehprogramme. Infolgedessen steht im Gebiet der Empfangstechnik die Entwicklung des Fernsehempfängers stark im Vordergrund. Man kann die Entwicklung dieser Geräte nach drei Gesichtspunkten betrachten. Zunächst ist der eigentliche Empfängerteil von Wichtigkeit. Er hat naturgemäß Ähnlichkeiten mit dem Empfänger für den Ton, also dem üblichen Rundfunkempfänger, benutzt aber als Wellenbereich nur das Gebiet der Wellen zwischen 6 und 9 m. Die Entwicklung der neuzeitigen Empfangsgeräte unter Benutzung von Mischhexoden ist auch für den Fernsehempfänger günstig. Die im Empfängereingang zu verwendende Mischhexode kann zwecks Röhrenersparnis gleichzeitig zur Zwischenfrequenzbildung für das Bild sowie für den Ton benutzt werden. Es muß jedoch für die Verstärkung der Bildströme eine besondere Schaltung für das durchzulassende Frequenzband benutzt werden, da dieses für Fernsehzwecke wesentlich breiter sein muß als bei den üblichen Rundfunkgeräten. Unter Verwendung neuzeitlicher Baustoffe, verlustarmer Kondensatoren und Spulen mit Hochfrequenzeisen, die gegebenenfalls zu Bandfiltern vereinigt werden, läßt sich die Aufgabe verhältnismäßig einfach und mit nicht großen Röhrenzahlen durchführen.

Die zweite Aufgabe beim Fernsehempfänger ist die Erzeugung des Gleichlaufs bei der Steuerung des Kathodenstrahls, der zur Lichterzeugung in der für den Empfang eingesetzten Braunschen Röhre dient. Gleichlaufseinrichtungen sind heute bereits in mehrfacher Ausführung, hauptsächlich unter der Benutzung des Thyratrons, durchgebildet worden. Das Bestreben auf diesem Gebiete geht jedoch dahin, mit möglichst einer einzigen Röhre für die waagerechte Ablenkung sowie eben einer solchen für die senkrechte Ablenkung des Kathodenstrahls auszukommen. Hierfür sind im letzten Jahre mehrere Lösungsmöglichkeiten angegeben worden, die praktisch zufriedenstellend arbeiten. Endlich ist die Weiterbildung der Braunschen Röhre von größter Wichtigkeit. Hier handelt es sich darum, Röhren mit besonders großem Durchmesser des Kolbens, welcher den Fluoreszenzschirm aufnimmt, zu bauen und deren Lebensdauer zu vergrößern. Auch soll die Güte des Fluoreszenzschirmes selbst, auf dem das empfangende Bild entsteht, weiter gesteigert werden. Bekanntlich leiden die Stoffe, welche zur Lichterzeugung durch Fluoreszenz benutzt werden, bei starkem Bombardement durch Kathodenstrahlen, wenn deren Geschwindigkeit verhältnismäßig hoch wird. Daher kann man eine bestimmte Energiedichte zur Lichterzeugung einstweilen nicht überschreiten. Endlich soll die Gleichmäßigkeit der Herstellung der Röhren weiter gefördert werden. Das vergangene Jahr hat auch hierin beachtliche Fortschritte zu verzeichnen.

Von besonderer Wichtigkeit sind auch die angestellten Versuche über Ausbreitung der für Fernsehzwecke einzusetzenden Wellen zwischen 6 und 9 m. Die Unterbringung der Fernsehsender auf hochgelegenen Punkten scheint für die Ausbreitung der ultrakurzen Wellen nach den Ergebnissen des vergangenen Jahres das Wesentlichste zu sein, so daß auf diese Weise die Versorgung großer Landesgebiete mit Fernsehsendungen möglich wird. Die Reichweite der Sender von der Größe des in Witzleben eingesetzten beträgt bei guten Empfangsgeräten etwa 60 bis 70 km. Bei großen Entfernungen scheint die wirkliche Ausnutzung der Antennenabstimmung auf der Empfangsseite von Wichtigkeit zu sein. Die Verwendung eines entsprechend bemessenen, in der Höhe angebrachten Dipols mit Energieentziehung durch eine Toroidspule und verlustarmer Zubringerdipolleitung zum Empfänger hat sich als recht brauchbar erwiesen.

Neben der Entwicklung des Fernsehens ist ein Fortschritt im Bau der allgemeinen Funkempfänger zu verzeichnen. Dieser kennzeichnet sich hauptsächlich dadurch, daß die Baustoffe der Hochfrequenztechnik sowohl für Spulen- als auch für Kondensatorbau eine Verbesserung erfahren haben. Die Verwendung keramischer Baustoffe beim Aufbau von Kondensatoren und die Verwendung dielektrischer Zwischenschichten hat beachtliche Bedeutung erlangt. Bei den keramischen Baustoffen ist die Verwendung von Verbindungen des Titans insofern von Wichtigkeit, als mit solchen Baustoffen große Dielektrizitätskonstanten und verhältnismäßig kleine dielektrische Verluste zu erzielen sind. Über die Eigentümlichkeiten des Rutils sowie das Verhalten rutilhaltiger Gemische berichtete W. Soyck in seinem Vortrag. Durch keramische Verfahren kann man die Titanverbindung mit anderen als Bindemittel dienenden Stoffen zusammenbringen und so ein physikalisches Gemisch herstellen, von dem eine Komponente die sehr hohe Dielektrizitätskonstante besitzt. Auf Grund theoretischer Betrachtungen soll jedoch durch die so vorhandene stoffliche Ungleichförmigkeit ein verhältnismäßig hoher Verlustwinkel auftreten. Auch sind die Temperaturkoeffizienten der beiden in der Mischung vorhandenen Komponenten verschieden; während die Titanverbindung einen negativen Temperaturkoeffizienten zeigt, besitzt die andere Komponente einen positiven. Hierdurch wird die Erzeugung von Stoffen mit dem Temperaturkoeffizienten Null für die Dielektrizitätskonstante möglich. Die Herabsetzung des Verlustwinkels gelingt, falls durch das Zusammenbringen eines titanhaltigen Materials mit einer weiteren Komponente durch den Herstellungsprozeß eine chemische Verbindung entsteht. Solche Titanate haben neben erheblichen Werten der Dielektrizitätskonstante sehr kleine dielektrische Verluste.

Ein weiteres äußerst wichtiges Gebiet der Funktechnik ist die Erzeugung und der Empfang von Dezimeterwellen. Hier sind in der Technik seit längerer Zeit zwei Verfahren in Benutzung, von denen das eine sich auf die von Barkhausen und Kurz angegebene Art der Schwingungserzeugung stützt und für die Steuerung der emittierten Elektroden ein Bremsfeld benutzt, während das andere eine Schwingungserzeugung mit der Habannröhre vornimmt, in welcher die Schwingungen durch Herstellung bestimmter Elektronenbahnen unter Einfluß eines äußeren Magnetfeldes entstehen. Die Benutzung der Habannröhre und deren technische Weiterbildung hat im letzten Jahre zu beachtlichen Fortschritten auf dem be-

treffenden Gebiet geführt. Besonders wichtig ist der Umstand, daß die Wirtschaftlichkeit der Schwingungserzeugung im Hinblick auf die aufgewandte Gleichstromleistung hierbei hohe Prozentzahlen aufweist.

Über die Schwingungserzeugung mit der Habannröhre oder des Spaltanodenmagnetrons gab der Vortrag von K. Fritz Aufschluß. Bei der Schwingungserzeugung durch Elektronenstrom kann man entweder den benutzten Elektronenstrom völlig steuern, beispielsweise einsetzen und fortfallen lassen, oder einen vorhandenen Elektronenstrom in seiner Verteilung auf zwei Elektroden verändern. Während die Schwingungserzeugung durch Steuerung des betreffenden Stromes bei den älteren Magnetronröhren vorgenommen wurde, ist bei der Erzeugung sehr hoher Frequenzen die Steuerung durch Verteilung das Gegebene. Unter dem Einfluß der Anodengleichspannung und des koaxialen Magnetfeldes werden die Elektronen im Habannrohr Bahnen erlangen, die dieselben dicht an eine Anode heranbringen. Die eigentliche Verteilungssteuerung erfolgt dann durch das an den Anoden auftretende Wechselfeld. Der symmetrische Aufbau der Schwingkreise ist durch Einbeziehung der entgegengesetzt geladenen Abschnitte des Anodenzylinders äußerst einfach und trägt zur Gleichförmigkeit der Schwingungskreise nicht unerheblich bei. Es ergeben sich einige diskrete Schwinggebiete, für die der Begriff der Ordnungen geprägt wird, in Beziehung zu diskreten Magnetfeldwerten. Die für ein Verfahren der Modulation kennzeichnenden Funktionen erweisen die Möglichkeit einer beschränkten Modulation an der Röhre selbst bei konstanter Wellenlänge. Ergebnisse aus der Erfahrung wurden mitgeteilt.

Bei der Ausbreitung der elektrischen Wellen ist im Laufe des letzten Jahres eine Erscheinung zur Untersuchung gekommen, die sich auf die Übertragung der Modulation eines Senders auf einen anderen bezieht, welcher in seiner Wellenlänge vom ersteren sehr verschieden ist. Dieser sogenannte Luxemburgeffekt tritt auf, wenn man einen bestimmten Sender abstimmt, während gleichzeitig ein Sender mit größerer Wellenlänge und großer Energie, dessen Lage sich auf der Verbindungslinie vom abgestimmten Sender zum Empfänger befindet, arbeitet. Hierbei ist unter gewissen Bedingungen in den Modulationspausen des eingestellten Senders der Störsender im Untergrunde zu beobachten, dessen Modulation man leise mithört, jedoch nur, wenn der eingestellte Sender seine ungedämpfte Trägerwelle ausstrahlt. Bei Abschaltung des abgestimmten Senders verschwindet diese Erscheinung im Empfänger.

Da die Größe des genannten Effektes im allgemeinen nicht erheblich ist, erscheint die Beobachtungsmöglichkeit und das Gewinnen einwandfreier Ergebnisse besonders schwierig. Aus diesem Grunde ist es besonders zu begrüßen, daß die Deutsche Reichspost sich mit der Aufklärung der Erscheinung befaßt hat. Auf diese Weise wurde es möglich, durch Einsatz der Sender zur Nachtzeit, deren abgeänderte Modulation sowie deren plötzliche Abschaltmöglichkeit wirklich einwandfreie Ergebnisse zu erzielen. Über die dabei beobachtete Modulationsbeeinflussung berichtete W. Pfitzer. Die betreffende Modulationsübertragung von einer Welle auf die andere ist ähnlich wie die Schwundvorgänge in der Dämmerung und in der Nachtzeit zu beobachten. Sie ist besonders stark, wenn der Störsender eine lange Welle hat, während die Welle des gestörten im mittleren Wellenbereich liegt. Man erhält eine besonders starke Modulationsübertragung bei großem gegenseitigen Sendeabstand, wenn Störsender, abgestimmter Sender und Empfänger in der Verbindungslinie beider Sender liegen. Die Störmodulation ist in ganz bestimmter Entfernung vom Störsender am größten. Die Störungen sind aber im allgemeinen so schwach, daß ernstliche Beeinträchtigung des Rundfunks nicht zu befürchten ist.

Ein weiteres besonders wichtiges Gebiet der Funktechnik ist die Entstörungstechnik, d. h. die Unschädlichmachung der ungewollten Hochfrequenz-Aussendungen der Geräte des täglichen Gebrauchs, wie wir sie in Motoren, Haushaltsapparaten und Heilgeräten vor uns haben. Die Maßnahmen zur Entstörung solcher Geräte sind in den vergangenen Jahren, besonders auch im letzten, durch die Arbeiten der Kommission des VDE genügend festgelegt worden. Aufgabe der Industrie ist es bereits im letzten Jahre gewesen, die Entstörungsgeräte in geeigneter Form und in betriebssicherem Zustand zu liefern. Von besonderer Bedeutung ist neben der reinen Entstörungstechnik auch die Entwicklung der Meßverfahren für die Stärke der auftretenden Störungen. Nach Festlegung der Meßverfahren hat deren praktische Verwendung zur Aufstellung wichtigen statistischen Materials geführt. F. Eppen setzte an Hand von Summenkurven die Bedeutung der einzelnen Größen im Entstörungsdienst auseinander. Man kann aus diesen Kurven die für den Entstörungsdienst wichtigen Häufigkeiten ablesen. Von Interesse ist es zu wissen, wieviel Prozent der vorhandenen Hochfrequenzstörer eine Störspannung unterhalb eines gegebenen Wertes liefern, ebenfalls welche wirksamen Antennenhöhen bei den Rundfunkteilnehmern praktisch vorkommen. Auch über das Übertragungsmaß vom Störsender zum Empfänger liefern diese Kurven Aufschluß. In diesem Zusammenhang soll darauf hingewiesen werden, daß das deutsche Meßverfahren, das von der vom Störer erzeugten Hochfrequenzspannung einerseits und dem Übertragungsmaß vom Störer zum Empfänger anderseits ausgeht, von praktischer Wichtigkeit ist gegenüber dem im Ausland benutzten Verfahren, das in der Empfangsantenne sowohl Nutzspannung als auch Störspannung zu messen pflegt. Durch das deutsche Verfahren ist der Störer als solcher besonders gekennzeichnet und die Entstörungsmaßnahme als solche besonders gekennzeichnet, während bei dem ausländischen Verfahren ein störender Apparat, an einem anderen Orte benutzt, völlig andere Bilder bezüglich seiner Störfähigkeit liefern kann.

Eine weitere besonders wichtige Frage, welche auch zu zwischenstaatlichen Besprechungen geführt hat, besteht in der zuzulassenden Störspannungsgröße der einzelnen Apparate im Vergleich zu einer bestimmten örtlich nutzbaren Senderfeldstärke. G. Leithäuser.

Fachgruppe D II Fernmeldetechnik.

621. 398

Die vier Vorträge der Fachgruppe „Fernmeldetechnik" befaßten sich ausschließlich mit der möglichst vollkommenen und wirtschaftlichen Ausnutzung von Leitungen. Wenn diese Aufgabe den Telegraphen- und Fernsprechtechniker auch schon immer beschäftigt hat, so hat sie doch in neuerer Zeit durch die größere Ausdehnung der Stromversorgungsbezirke der Starkstromnetze an Bedeutung gewonnen. In den Stromversorgungsbezirken gilt es nicht nur Sprechverbindungen herzustellen, sondern auch Meßwerte müssen übertragen, Regelkommandos übermittelt, Ölschalter ferngesteuert werden, u. ä.

W. Semmler berichtete über eine Fernbedienungsanlage, die der N. V. Provincialen Noordbrabantschen Electriciteits-Maatschappij gehört und in Gertruidenburg aufgebaut wurde. Die Entfernung bis zum unbesetzten Unterwerk beträgt 53 km. Diese Entfernung hat man mit einem selbsttragenden Luftkabel überbrückt, das zugleich als Blitzschutzseil auf dem Hochspannungsgestänge angebracht und an jedem Mast geerdet ist. Das Kabel enthält drei Sternvierer, ist mittelstark pupinisiert und besitzt eine Grenzfrequenz von 2700 Hz; in ihm werden 13 Fernmessungen, 25 Fernsteuerungen und 159 Fernmeldungen übertragen. Auf die Einzelheiten dieser „neuartigen Anwendung der Fernbedienung über ein als Blitzschutzseil ausgebildetes Kabel mit Streckenschutz unter Verwendung von Tonfrequenzen" kann hier nicht näher eingegangen werden, sie müssen der ausführlichen Veröffentlichung entnommen werden.

Mit der Verbesserung der Nachrichtenübermittelung in Stromversorgungsnetzen beschäftigte sich auch W. Wolman in seinen Ausführungen über „Fortschritte der Hochfrequenz-Nachrichtenübermittelung in Starkstromnetzen". Er stellte dar, wie es gelang, die Sprachgüte und Betriebssicherheit der Hochfrequenzgespräche zu verbessern, und behandelte auch die Übertragungstechnik für Meßwerte, Meldungen, Steuerungen und Streckenschutz durch Hochfrequenzkanäle sowie die Zusammenarbeit der verschiedenen Einrichtungen und die Frage der Ankopplung an die Starkstromleitung.

A. Vollmeyer behandelte in seinen „Studien über Trägerstromtelephonie oberhalb und unterhalb 80 kHz" die Mehrfachtelephonie auf Freileitungen. Er teilte mit, daß es bereits gelungen sei, auf einer Doppelleitung aus Bronze mit einem Leiterdurchmesser von 3 mm Gespräche mit Frequenzen oberhalb 80 kHz auf mehr als 400 km Entfernung ohne Zwischenverstärker zu übertragen, ohne daß Störungen durch Nebensprechen, atmosphärische Einflüsse und Rundfunksender beobachtet wurden. Für Kabelanlagen ist die Reichweite naturgemäß geringer, sie wird für eine Doppelleitung von 1,4 mm Aderstärke auf 70 km angegeben.

Schließlich erörterte F. Strecker noch den Zusammenhang zwischen „Nachrichtenfluß und Frequenzbandbreite". Er ging aus von Überlegungen, die Hartley für die Telegraphie angestellt hat und kam zu dem Ergebnis, daß für die formgetreue Übertragung stetig verlaufender Kurven oder von Intensitätssprüngen sehr angenähert die in der Zeiteinheit übertragbare Nachrichtenmenge, der Nachrichtenfluß, bestimmt ist durch die Frequenzbandbreite, unabhängig von der Gestaltung der gesandten Symbole. Er berichtete ferner über Versuche zur Herabsetzung der Frequenzbandbreite oder Belegungszeit der Verbindungen bei Sprache und erklärte, daß es auch bei der Sprachübertragung wahrscheinlich sei, daß der übertragbare Nachrichtenfluß durch die Bandbreite bestimmt ist. F. Moench.

Fachgruppe D III Messung.

621. 317

Die Fachberichte zeigen einen Ausschnitt der Entwicklung des technischen Messens, die dahin zielt, die Zuverlässigkeit der Messungen zu steigern, aber die Meßverfahren zu vereinfachen und neue Wege zu suchen, die ausschlaggebenden Belange besser zu erfassen.

Ausgehend von den Schwierigkeiten der Messung sehr hoher Spannung teilte A. Palm die Zwecke der Messungen ein in Normal-, Gebrauchs- und Vorführungsmessungen, die Gegenstände der Messungen in Gleichspannung, Effektivwert und Scheitelwert einer Wellen- oder Wechselspannung und gab nach diesen Gesichtspunkten eine Kritik und eine Übersicht der Spannungsmeßverfahren unter besonderer Berücksichtigung der neuesten, der Normalmessung des Scheitelwerts mit dem Röntgenspektrum und der Gebrauchs- und Vorführungsmessung des Effektivwerts mit dem Kugelvoltmeter nach Hueter. Mit Recht betonte er, daß vielfach neben dem Scheitelwert der Effektivwert gemessen werden muß, da der Durchschlag fester Stoffe von dem letzteren abhängt.

Die Ausdehnung der Hochspannungsnetze erfordert zur Verteilung der Last auf die Kraftwerke nicht nur eine gut durchgebildete Fernsprechverständigung, sondern auch Fernmeß- und Fernmeldeanlagen, unter Umständen sogar Fernsteueranlagen, welche mit Hochfrequenzimpulsen betrieben werden. K. Riedel berichtete über die Fortschritte in der Betriebssicherheit des Impulsfrequenz- und des Impulskompensationsverfahrens und erörterte die Mitbenutzung der Hochfrequenzkanäle des Streckenschutzes zur Fernmessung unter Ausschluß der Störung des Streckenschutzes. Bei der zunehmenden Bedeutung der Fernmeß- und Steueranlagen und der Schwierigkeit, genügend Hochfrequenzkanäle dafür bereitzustellen, fordert er verständnisvolles Zusammenarbeiten von Starkstrom- und Fernmeldeingenieuren bei Ausbau und Planung der Hochspannungsleitungen.

Zur Tarifgestaltung gab F. Ferrari ein neues Meßprinzip, beruhend auf der „Festmenge", an. Der Mittelwert der Leistung in einer gewissen Zeitspanne ergibt sich aus der „Menge" der kWh, dividiert durch diese Zeitspanne; während nun der bekannte Höchstleistungsanzeiger darauf beruht, daß in gleichen Zeitspannen der Mitnehmer des Zeigers einen der Menge kWh proportionalen Weg zurücklegt, benutzt Ferrari die Zeitspannen, in denen die gleichen Mengen, die „Festmengen", erreicht werden, als reziprokes Maß der mittleren Leistung. Das neue Zusatzmeßgerät, der Festmengenzeitprüfer, ist eine Uhr, die von dem Zählwerk des Elektrizitätszählers ein elektrisches Signal erhält, wenn die Festmenge erreicht ist. Unterschreitet die zugehörige Zeitspanne den am Festmengenzeitprüfer eingestellten Grenzwert, so schreitet dessen Zählwerk um eine Stelle fort, während es bei Überschreitung des Grenzwertes stehenbleibt. Die registrierte Zahl der Überlastungsfälle, multipliziert mit der bekannten Festmenge, ergibt den Verbrauch bei Überschreitung der vorgeschriebenen mittleren Höchstleistung, während der leistungsgesteuerte Doppeltarifzähler, auf den in der Aussprache hingewiesen wurde, auf jede momentane Überlastung anspricht. Auf demselben Gedanken ist auch ein Registriergerät aufgebaut, das für jeden Ablauf einer Festmenge eine Marke schreibt. Läßt man das Papier nicht durch eine Uhr, sondern durch Kontaktimpulse eines Blindverbrauchszählers antreiben, so erhält man einen Quotientenschreiber und kann aus der Registrierung den zeitlichen Gang der mittleren Scheinleistung und die kVA-Spitze ermitteln. Dieser Weg ist auch für die Messung irgend anderer mittlerer Intensitäten geeignet, deren Zeitsumme mit einem Zählgerät erfaßt werden kann.

Strom- und Spannungswandler sind zu einer außerordentlichen Vollkommenheit entwickelt. W. Reiche gab einen Überblick über die hierzu anzuwendenden Mittel und führte die Fehlerkurven eines besonders guten Stromwandlers vor, dessen Stromfehler unter 0,002 % und dessen Winkelfehler unter 0,1 min in dem Bereich von 0,1 I_n bis 1,2 I_n bleiben. Den Absolutwert derartig kleiner Fehler kann man mit den Stromwandlerprüfeinrichtungen, wie sie die Prüfämter haben, nicht messen, da deren Eigenfehler bisher nicht genau genug bestimmt werden konnten, während die relative Empfindlichkeit zur Messung ausreicht. Nach einer Anregung von Nölde ist nun eine Amperewindungswaage entwickelt, ein Eisenkern mit zwei sehr eng verketteten Wicklungen und eine dritte Wicklung, an die ein Vibrationsgalvanometer angeschlossen ist. Diese Waage wird wie ein zu prüfender Stromwandler in die Stromwandlerprüfeinrichtung eingebaut, jedoch wird nicht der natürliche Sekundärstrom gemessen, sondern es wird statt dessen von außen ein Strom aufgezwungen, der nach Betrag und Phase so geregelt wird, daß das Vibrationsgalvanometer der Waage stromlos wird. Dann ist der Eisenkern der Waage von keinem magnetischen Wechselfluß durchsetzt, und die Waage verhält sich wie ein Stromwandler, der keinen Stromfehler und keinen Winkelfehler hat. Demgemäß müßte die Abgleichung der Stromwandlerprüfeinrichtung die Einstellung genau Null für Stromfehler und Fehlwinkel geben, die Abweichungen sind eben die Eigenfehler der Stromwandlerprüfeinrichtung, die damit genau gemessen sind.

In ähnlich eleganter Weise werden mit einer EMK-Waage die Eigenfehler einer Spannungswandlerprüfeinrichtung bestimmt. Danach ist es möglich, die Absolutwerte der Fehler sehr vollkommener Wandler mit den üblichen durch „Waagen" geeichten Prüfeinrichtungen zu messen. H. Schering.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bericht über die Tätigkeit des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit der letzten Mitgliederversammlung in Stuttgart 1934/1935.

Die zielbewußten, planmäßig geleiteten Maßnahmen der Reichsregierung auf dem Gebiete der Wirtschaft haben zu einer weiteren, stetigen Aufwärtsentwicklung und damit zu einer Belebung im letzten Jahre geführt, die sich auf allen Gebieten des Verbandslebens bemerkbar gemacht hat. Wenn auch die Aufgaben schwer sind, wenn auch das Problem der uns aufgezwungenen bodenständigen Rohstoffwirtschaft mancherlei Arbeit und Umstellungen erfordert, so können alle diese Schwierigkeiten unsere unbedingte Zuversicht und unseren unerschütterlichen Glauben an unsere Zukunft nicht beugen oder beeinflussen. Auch für uns gilt die Forderung des Führers: Unsere Aufgabe muß gelöst werden — und damit wird sie auch gelöst. Für unsere zukünftige Verbandsarbeit im besonderen gilt der Hinweis unseres Vorsitzenden, Staatssekretär Dr.-Ing. E. h. Ohnesorge, anläßlich des Messetreffens der Technik am 10. März 1935 in Leipzig: „Es kommt wieder die verstehende Zusammenarbeit aller, die wissen und fühlen, um was es geht."

Wie in früheren Jahren, hat auch in der letzten Zeit der VDE von seiner Seite aus alles getan, um über die technisch-wissenschaftliche Zusammenarbeit mit dem Auslande die Beziehungen im Interesse der deutschen Elektrotechnik zu fördern und zu pflegen; dabei ist sich der Verband bewußt, wie auch in den Ausführungen des Vorsitzenden der Wissenschaftlichen Abteilung, Herrn Prof. Dr. Franke, anläßlich der Einführung und Verpflichtung der Mitglieder am 25. Oktober 1934 im VDE-Haus zum Ausdruck gebracht wurde, daß die technischen Wissenschaften nicht international sind, und daß sie Erwerbswissenschaften darstellen, deren Ergebnisse in erster Linie dem eigenen Volke zugute kommen müssen, und daß ihr Austausch nur so lange und so weit richtig ist, als dadurch kein Schaden für das eigene Volk entsteht.

Der Aufstieg unserer Wirtschaft ist auf die Mitgliederbewegung nicht ohne Einfluß geblieben. An vielen Stellen ist ein erhöhtes Interesse für den Verband und seine Arbeiten zu bemerken, was sich letzten Endes auch in einer Erhöhung der Mitgliederzahl ausdrückt. Diese Bewegung ist noch keineswegs als abgeschlossen anzusehen, insbesondere dürfte die engere Zusammenarbeit zwischen NSBDT/RTA und den Fachgruppen sowie den Fachvereinen eine weitere Belebung bringen. Das Verbandsleben brachte im abgelaufenen Berichtsjahr eine Vereinheitlichung der Verbandsarbeit, wobei die zentrale Durchführung einer Reihe von wertvollen Maßnahmen vorbereitet bzw. ermöglicht wurde. Einzelne Aufgaben, wie die Pflege des Vortragswesens, die Betreuung der Jungingenieure und die Mitgliederwerbung, wurden in den Gauen schärfer abgegrenzt und auf einzelne hierfür besonders verantwortliche Stellen verteilt. Um auch denjenigen Mitgliedern, die in Städten wohnen, die nicht Sitz eines Gaues sind, die Einrichtungen des Verbandes in stärkerer Weise zur Verfügung zu stellen, wurde in zahlreichen Gauen die Gründung besonderer Stützpunkte vorbereitet mit dem Ziel, in Zukunft auch in diesen Orten Veranstaltungen abzuhalten und die dortigen Elektrotechniker stärker als bisher zu erfassen.

Hatte sich schon die Wissenschaftliche Abteilung des VDE neben dem Vortragswesen besonders der Frage der Sonderveranstaltungen für Jungingenieure gewidmet, so wirkte sich dies auch bei vielen Gauen dahin aus, daß die hierfür seit Jahren bestehenden Einrichtungen eine Belebung erfuhren und daß neue Formen der Jungingenieurfortbildung zur Erprobung kamen. In der zweiten Hälfte des Berichtsjahres wurde in Zusammenarbeit mit den Gauen eine Reihe von Maßnahmen zur Mitgliederwerbung durchgeführt, die, wie erwähnt, ein günstiges Ergebnis zeitigte. Weitere Maßnahmen sind geplant. In der VDE-Satzung sind einige formale Änderungen erforderlich geworden, außerdem wird die Satzung in einigen Punkten ergänzt werden. Hierüber wird später berichtet.

Die Gau-Einheitssatzung ist in den Gauen fast restlos eingeführt worden bzw. steht ihre Einführung in aller Kürze bevor. Leider sind auch bei den letzten Gauen, die an der Eintragung festgehalten haben, einige vom Registerrichter für erforderlich gehaltene Änderungen notwendig geworden. Mit stolzer Freude konnten wir am 15. Januar 1935 unsere tapferen Brüder an der Saar zu ihrer Heimkehr in ihr Vaterland begrüßen und damit die alten herzlichen Beziehungen in früherer Verbundenheit wieder ohne Hemmungen pflegen und ausbauen. An den bisherigen Gauabgrenzungen sind nur unwesentliche Änderungen in vereinzelten Fällen vorgenommen worden. Die Gauabgrenzungen werden den neuen Reichsgauen später anzupassen sein.

Die neu gebildete Wissenschaftliche Abteilung trat am 25. Oktober 1934 zum erstenmal im VDE-Haus zusammen und wurde durch den Vorsitzenden des VDE feierlich verpflichtet[1]). Der Wissenschaftlichen Abteilung sind zahlreiche Aufgaben zugeteilt. Im wesentlichen lassen sie sich nach den Ausführungen ihres Vorsitzenden zu folgenden Punkten zusammenfassen:

1. Ausarbeitung allgemeiner Richtlinien für das Vortragswesen und Vermittlung von Sondervorträgen für die Gaue. (Die Vortragsausschüsse der Gaue bleiben bestehen.)
2. Förderung wissenschaftlicher Arbeiten aus dem Arbeitsgebiet des VDE und Vorschläge zur finanziellen Unterstützung solcher Arbeiten.
3. Abhaltung von Sondertagungen und Vorbereitung des wissenschaftlichen Teiles der Mitgliederversammlung.
4. Unterstützung des Geschäftsführers des VDE zur Beseitigung etwaiger Unstimmigkeiten bei der Durchführung der Ausschußarbeiten.
5. Beratung der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ. Die Mitglieder der Wissenschaftlichen Abteilung werden zukünftig auch dem Redaktionsausschuß angehören.
6. Wahrung allgemeiner wissenschaftlicher Belange der deutschen Elektrotechnik.

Bisher hat die Wissenschaftliche Abteilung fünf Sitzungen abgehalten. Es wurden insbesondere Richtlinien über das Vortragswesen und besondere Veranstaltungen für Jungmitglieder aufgestellt, die in den Gauen lebhaften Widerhall fanden. Außerdem wurden allgemeine Fragen behandelt, die den VDE als Berufsorganisation und als Zusammenschluß der Elektrotechniker betreffen.

Am 20. September 1934 veranstalteten die süddeutschen Bezirksgruppen der RTA eine Verkehrstagung in München. Anläßlich dieser Tagung fand eine Hauptversammlung der RTA-Vereine statt. Als wesentliche Punkte greifen wir heraus, daß beschlossen wurde, davon Abstand zu nehmen, der RTA feste Satzungen zu geben; die Grundzüge der Arbeit wurden in Richtlinien festgelegt. Um der zu gründenden Reichskammer der Technik nicht vorzugreifen, wurde auch von einer Eintragung in das Vereinsregister Abstand genommen. Dem Präsidenten der RTA wurde das Recht zuerkannt, die Vorsitzenden der einzelnen RTA-Vereine zu bestätigen oder abzulehnen, von dem Gesichtspunkt ausgehend, daß dem Präsidenten die Möglichkeit gegeben werden muß, seinen Vorstand selbst zu bilden, da die Vorsitzenden der Vereine zu seinem Vorstand gehören. Im Oktober fand eine Vorstandssitzung der RTA statt, die sich mit der Regelung der Beitragssätze der

[1]) ETZ 55 (1934) H. 45, S. 1108/10.



einzelnen Vereine befaßte. Von einer einheitlichen Beitragsfestsetzung wie für den VDI, VDE und VDEis für alle Mitgliedervereine der RTA wurde Abstand genommen, weil die Angleichung der von den einzelnen Vereinen zu bietenden Gegenleistungen in so kurzer Zeit noch nicht vorgenommen werden konnte, dagegen wurde festgesetzt, daß für Jung- und arbeitslose Mitglieder der Höchstsatz von 12 RM je Jahr einschließlich Belieferung mit der Fachzeitschrift von den einzelnen Vereinen eingehalten werden müsse. Die Staffelung der übrigen Beitragsleistungen wurde diesen Vereinen freigestellt. Doppelmitglieder zahlen nur bei dem Verein, bei dem sie die Vollmitgliedschaft erworben haben, den vollen Beitrag, bei dem anderen oder den anderen Vereinen ist ein Verwaltungskostenbeitrag von 6 RM zu zahlen, in dem die Lieferung der Fachzeitschrift nicht eingeschlossen ist.

Am 1. Dezember erfolgte die Ernennung der Gauobmänner der technischen Organisationen für die einzelnen Gaue. Den Obmännern wurde die Aufgabe gestellt, innerhalb ihrer Gaue die technischen Organisationen in einheitlicher Linie zusammenzufassen, um auf diese Art die in der gemeinsamen Geschäftsführung in der Zentrale schon durchgeführte Zusammenarbeit auch in den Gauen sicherzustellen. Bei den Gauobmännern wird Wert gelegt auf positive Arbeit, organisatorische Maßnahmen sind möglichst zu beschränken. Der Obmann arbeitet ehrenamtlich.

Nach einer Verlautbarung des Herrn Dr.-Ing. Todt ist der NSBDT als der Träger nationalsozialistischer Gesinnung in der technischen Arbeit anzusehen. Er soll alle Fachgenossen erfassen, die gleichzeitig Parteigenossen sind. Die technisch-wissenschaftlichen Vereine leisten die wissenschaftliche Arbeit in den Organisationen der Technik. Jeder Fachgenosse, auch die Mitglieder des NSBDT, muß sich nach seinem Beruf einen Fachverein wählen und ihm beitreten.

Im Februar d. J. fand eine Tagung der Gauobmänner der technischen Organisationen unter dem Vorsitz des Generalinspektors für das deutsche Straßenwesen, Herrn Dr.-Ing. Todt, in Berlin statt. Auf dieser Tagung wurde festgestellt, daß der Gauamtsleiter für Technik als Vertreter der zuständigen Parteidienststelle die höchste technische Parteiinstanz im Gau darstellt. Der Gauobmann der technischen Organisationen hat die Aufgabe, die technischen Organisationen zu betreuen und die Verbindung zum Gauamt für Technik herzustellen. Der Obmann ist befugt, sich durch die Vorsitzenden der Fachvereine innerhalb seines Gaubezirks über deren Arbeit unterrichten zu lassen, sie auf die maßgebenden Gesichtspunkte und die danach erforderlichen Maßnahmen aufmerksam zu machen und in dringenden Fällen auch in die Zusammenarbeit einzugreifen. Bezüglich gemeinsamer Geschäftstellen wird von dem Erlaß allgemein bindender Bestimmungen Abstand genommen. Sollte sich ohne zusätzliche Belastung der Ingenieure in einem Ort eine Zentralisierung des Geschäftstellenwesens nach und nach von selbst ergeben, so ist dagegen von seiten des NSBDT nichts einzuwenden. Es soll angestrebt werden, an Stelle der technischen Nachrichtenblätter der einzelnen Fachvereine in jedem Gau ein gemeinsames Mitteilungsblatt für alle technischen Organisationen zu schaffen.

Die aus dem NSBDT in die RTA-Vereine eintretenden Fachgenossen haben kein Eintrittsgeld zu entrichten, auch braucht für sie keine Patenschaft geleistet zu werden. Die Aufnahmebedingungen sämtlicher Fachvereine sollen vereinheitlicht werden. Auf Grund einer Verfügung des Herrn Dr. Todt darf der NSBDT als Mitglieder nur noch Parteigenossen und Angehörige der Parteigliederungen führen. Alle Mitglieder des NSBDT müssen die Mitgliedschaft in einem der RTA-Vereine besitzen, andernfalls sie aus den Listen des NSBDT gestrichen werden. Zur Sicherstellung der Arbeiten des NSBDT führen alle RTA-Vereine für das Jahr 1935 einmalig einen Betrag von 2 RM für jedes Vollmitglied an die Gauobmänner des NSBDT ab. Um eine engere Verbindung zwischen dem NSBDT und den einzelnen Fachvereinen zu gewährleisten, haben die Fachvereine dem NSBDT aus ihren Reihen Berater namhaft gemacht. Der Vorsitzende des VDE bestimmte als Berater für die Fachgruppe „Elektrotechnik" in der RTA den stellvertretenden Vorsitzenden des VDE, Herrn Prof. Dr. Franke, und als seinen Vertreter Herrn Dipl.-Ing. G. Müller.

Ende April fand ein Reichsschulungslager für die Gauschulungsobmänner des NSBDT am Werlsee bei Berlin statt. Der VDE war durch Herrn Dipl.-Ing. Müller in diesem Lager vertreten. Vorträge hielten u. a. der Reichsschulungsobmann, Pg. Dr. Frauendorfer, Pg. Dr. Todt und der Reichsschulungsobmann des NSBDT, Pg. Dr. Stäbel, M. d. R.

Eine endgültige Regelung des Verhältnisses zur Arbeitsfront ist bisher noch nicht erfolgt.

Die aus sozialen Gründen gewählte Staffelung der Mitgliederbeiträge der größeren Vereine hat besonders auf Antrag des VDE für die unteren Staffeln eine weitere Entlastung dadurch erfahren, daß die monatliche Brutto-Einkommensgrenze der Staffel 2 von 275 RM auf 300 RM erhöht wurde. An Stelle der früheren Staffel 3 Beitrag 36 RM traten: Staffel 3 monatliches Bruttoeinkommen von über 300 RM bis 500 RM Jahresbeitrag 30 RM und Staffel 4 monatliches Bruttoeinkommen über 500 RM bis 1000 RM Jahresbeitrag 36 RM. Die frühere Staffel 4, jetzt Staffel 5, blieb unverändert. Der VDE war auch im letzten Berichtsjahr bestrebt, seinen wirtschaftlich kämpfenden Mitgliedern Vergünstigungen und Erleichterungen zu verschaffen. U. a. übersandte der VDE stellenlosen Ingenieuren kostenlos den Stellenmarkt der ETZ.

Die Sachausgaben wurden auch im letzten Jahr auf das notwendigste beschränkt. Der Personalbestand des VDE beträgt ausschließlich der ETZ-Verlag G. m. b. H. 57 Personen. Ferner werden zur Zeit drei Hilfskräfte beschäftigt, da die Arbeiten des Verbandes stark angewachsen sind. Das finanzielle Ergebnis des VDE ist trotz seines geringen Verlustes im Abschluß dem Umstande nach günstig. Kursverluste der Effektenbestände sind nicht zu verzeichnen.

Die ETZ-Verlag G. m. b. H. konnte im Berichtsjahr erfreulicherweise eine leichte Besserung des Geschäftsganges feststellen. Sowohl bei den Beziehern der ETZ als auch im Anzeigenteil war eine geringe Steigerung bemerkbar. Trotzdem konnte an die an sich erwünschte Vergrößerung des Textteiles der ETZ im Geschäftsjahr 1934 noch nicht herangegangen werden. Während in den vergangenen Jahren durch die Wirtschaftskrise bei der ETZ Verluste eintraten, konnte im Jahre 1934 erstmalig wieder ein kleiner Überschuß erzielt werden, so daß ab März 1935 der Textteil eines Heftes je Monat um 8 Seiten auf 32 Seiten wieder erweitert werden konnte.

Im Zusammenhang mit den Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen der Reichsregierung erschien das Heft 2 des Jahres 1934 als Fachheft „Installation", während sich das Heft 7/1935 als Fachheft „Auslandslieferungen deutscher Firmen" der Ausfuhrförderung widmete. Beide Hefte haben vielseitiges Interesse gefunden. Während im Jahre 1934 außerdem als Sonderhefte nur das übliche Messeheft und das Tagungsheft zur VDE-Mitgliederversammlung erschienen sind, wurden im Jahre 1935 zwei Messehefte herausgegeben, um auch gelegentlich der Leipziger Frühjahrsmesse in verstärktem Maße für die Erzeugnisse der deutschen Elektrotechnik zu werben. Auch beim „Archiv für Elektrotechnik" konnte eine geringe Steigerung der Bezieherzahl erzielt werden. Im übrigen war die Gesellschaft, abgesehen von dieser laufenden Bearbeitung des Zeitschriftengeschäfts, mit der Überwachung des Vertrages mit Springer und den sich daraus ergebenden Fragen beschäftigt.

Die Verlagsabteilung des Verbandes beschäftigte sich in der Hauptsache mit der Herausgabe der auf der 36. VDE-Mitgliederversammlung in Stuttgart gehaltenen Fachberichte in Buchform und mit der Vorbereitung sowie Drucklegung der 20. Auflage des VDE-Vorschriftenbuches, die im Anfang dieses Jahres erschienen ist. Außerdem waren der Druck und die Verbreitung zahlreicher Sonderdrucke von neu bearbeiteten bzw. geänderten VDE-Vorschriften notwendig. Einige Übersetzungen von VDE-Vorschriften in fremde Sprachen wurden im Druck veröffentlicht.

Es ist uns immer wieder eine angenehme Pflicht, den Reichs- und Staatsbehörden, Instituten der Wissenschaft, der Elektrowirtschaft und Industrie, dem Handel und Gewerbe sowie allen Mitarbeitern in unseren Ausschüssen den Dank des Verbandes auszusprechen.

Mit den berufsverwandten Vereinen und Verbänden haben uns auch in dem letzten Jahr gemeinsame Arbeiten und Ziele verbunden. Die mit dem VDI gemeinsam herausgegebene „Technische Zeitschriftenschau" konnte auch im Berichtsjahr dank der Unterstützung interessierter Kreise weitergeführt werden.



Der Vorstand und Vorstandsrat hielten je eine Sitzung, die Wissenschaftliche Abteilung 5 Sitzungen und der Verband etwa 250 Ausschußsitzungen ab. Außerdem fanden im Rahmen der internationalen Arbeiten 16 Sitzungen statt. Der Verband hat in enger Zusammenarbeit mit der Wissenschaftlichen Abteilung auch in diesem Jahre seinen Gauen zahlreiche Vorträge vermitteln können.

Seit April 1934 sind 11 Normblätter erschienen, so daß sich die Zahl der bisher aufgestellten DIN VDE-Normblätter auf 420 erhöht. In abgeänderter Ausgabe wurden weitere 4 Normblätter herausgegeben. 22 Normblattentwürfe wurden zur Kritik gestellt, und zwar z. T. durch Veröffentlichung in der ETZ und z. T. durch Veröffentlichung in anderen Fachzeitschriften, wobei in der ETZ auf diese Veröffentlichungen hingewiesen wurde.

Zur Erzielung einer bodenständigen Rohstoffwirtschaft ist in Zusammenarbeit einerseits mit den zuständigen Überwachungsstellen, anderseits mit den jeweils in Frage kommenden Wirtschaftsverbänden eine Überarbeitung sowohl der DIN VDE-Normen als auch der VDE-Bestimmungen in Angriff genommen worden mit dem Zweck, Umstellvorschriften auszuarbeiten, die unter Wahrung der notwendigen Sicherheit, der erforderlichen Güte und Gebrauchszweckmäßigkeit der Erzeugnisse für Inlandslieferungen Geltung haben sollen. Abgeschlossen wurden die Umstellnormen für Blitzableiter, die Umstellvorschriften für isolierte Leitungen; weitere Arbeiten sind zur Zeit in Vorbereitung. Als Umstellnorm erscheint demnächst das Blatt DIN VDE 11 800 über Blitzableiter.

Das Deutsche Kommittee der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (DK der IEC) hat sich vom 8. bis 13. Oktober 1934 in Prag an den Sitzungen der IEC-Ausschüsse für Maschinen und Transformatoren, Schaltzeichen und Schaltbilder, Lampensockel und Fassungen, Normalspannungen, Hochspannungsisolatoren, Hochspannungsschaltgeräte, Kabel und des Committee of Action beteiligt.

Ein IEC-Unterausschuß zur Aufstellung von Prüfvorschriften für Hochspannungsschalter, in dem Deutschland mitarbeitet, tagte zweimalig im Februar 1935 in Zürich und im April 1935 in Berlin. Der Internationale Ausschuß für Rundfunkstörungen (Comité Internationale Special des Perturbations Radiophoniques C.I.S.P.R.) hielt eine Sitzung in Berlin vom 11. bis 13. April 1935 ab, nachdem im Dezember 1934 und unmittelbar vor der Sitzung des Hauptausschusses vergleichende Messungen über die in den einzelnen Ländern üblichen Störungsmeßverfahren angestellt worden waren. Weiterhin beschäftigten sich das DK und die zuständigen VDE-Ausschüsse eingehend mit der Vorbereitung der vom 18. bis 27. Juni 1935 im Haag und in Brüssel stattfindenden Volltagung der IEC.

Der Deutsche Ausschuß der Internationalen Hochspannungskonferenz (DA der CIGRE) hat die Vorbereitung für die diesjährige, vom 27. Juni bis 6. Juli stattfindende Volltagung der CIGRE übernommen. Es wurden 21 deutsche Fachberichte für die Tagung eingereicht. Die deutsche Mitarbeit in verschiedenen Studienausschüssen der CIGRE wurde aufgenommen. Eine im Dezember 1934 stattgefundene Sitzung des Verwaltungsrates der CIGRE in Paris wurde von dem Vorsitzenden des DA wahrgenommen.

Die VDE-Prüfstelle hat vom 1. April 1934 bis 31. März 1935 1796 Zeichenprüfungen und Begutachtungen an Geräten durchgeführt, wovon etwa 67 % zu einem günstigen Ergebnis führten. In der gleichen Zeit wurde eine große Zahl Überprüfungen an mit VDE-Zeichen versehenen Erzeugnissen vorgenommen; von diesen zeigten sich bei 39 % größere und bei 24 % kleinere Mängel. Es mußten daher verschiedentlich Verwarnungen erteilt bzw. Vertragsstrafen erhoben werden. Die Überwachung derjenigen Isolierrohrwerke, welche die Zeichengenehmigung besitzen, erfolgte bis Mitte des Jahres 1934 wie früher auf Grund einer Vereinbarung zwischen dem Reichsfachverband der elektrotechnischen Industrie und der VDE-Prüfstelle. An ihre Stelle trat dann ein neues Überwachungsabkommen mit dem Verband deutscher Isolierrohrwerke e. V. Die Zahl der überwachten Isolierrohrwerke beträgt zur Zeit 25 Betriebe.

Die Überwachung der Fabrikation isolierter Leitungen wurde im gleichen Umfange wie im Vorjahre vorgenommen. Es besitzen zur Zeit 66 Werke die Genehmigung zur Führung des Verbandskennfadens für isolierte Starkstrom- bzw. Fernmeldeleitungen, darunter befinden sich 16 ausländische Firmen. Ende des Jahres 1934 wurde neben dem schwarz-roten ein schwarz-rot-grüner Verbandskennfaden eingeführt für solche Leitungen, die den in Frage kommenden Umstellvorschriften entsprechen.

Im Berichtsjahre mußten wieder verschiedene Fälle der unberechtigten Benutzung des Verbandszeichens verfolgt werden. In mehreren Fällen wurden auf Grund der Satzung der Prüfstelle Vertragsstrafen festgesetzt, in einigen anderen Fällen Strafanträge bei den Staatsanwaltschaften gestellt. Die Strafanträge führten teilweise zu einem Erfolg, fielen aber zum anderen Teil unter das Gesetz über Straffreiheit vom 7. August 1934. In einer Strafsache wurde der Angeklagte, der mißbräuchlich das VDE-Zeichen benutzt hatte, auf Grund des Gesetzes zum Schutze der Warenbezeichnung zu einer Gefängnisstrafe von einem Monat verurteilt. Im Juli 1934 wurde eine Zusammenstellung der bis zum 30. Juni 1934 erteilten Genehmigungen zur Führung der Verbandszeichen angefertigt und herausgegeben.

Es würde im Rahmen des Geschäftsberichtes zu weit führen, über den Fortschritt der Elektrotechnik zu berichten. Wir verweisen daher auf den Sonderaufsatz in der ETZ 56 (1935) S. 697, über „Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit".

Ausschuß für Errichtungsvorschriften I.
Ausschuß für Errichtungsvorschriften II.

Die Ausschüsse für Errichtungsvorschriften I und II haben die Teile der früheren Bahn-, Post- und Wasserstraßen-Kreuzungsvorschriften, die nach Überführung in die VDE-Bestimmungen auf VDE 0100 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1." und VDE 0101 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S. 2" entfallen, in diese Bestimmungen übernommen und gleichzeitig verschiedene vordringliche Änderungen mit aufgenommen. Die so ergänzten Fassungen von VDE 0100/1934 und VDE 0101/1934 sind mit dem 1. Januar 1935 in Kraft getreten. Der Ausschuß für Errichtungsvorschriften I hat ferner die Vorarbeiten für eine gänzliche Neubearbeitung von VDE 0100 aufgenommen.

Ausschuß für Betriebsvorschriften.

Der Ausschuß hat eine Neufassung der Arbeit VDE 0425 „Leitsätze für Spannungssucher bis 750 V" mit einem erweiterten Spannungsbereich ausgearbeitet und einen Entwurf unter dem Titel VDE 0425 „Vorschriften für Spannungssucher unter 1000 V" in der ETZ 56 (1935), S. 550, veröffentlicht.

Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad unter 1000 V.

Der Ausschuß beschäftigte sich in zahlreichen Sitzungen mit der Aufstellung von Sicherheitsbestimmungen für elektrische Geräte in Anlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V. Die von dem Ausschuß neu herauszugebende Arbeit bezweckt, allgemein gültige Mindestanforderungen für Geräte mit Rücksicht auf Schutz von Personen und der Umgebung aufzustellen.

Ausschuß für Bahnwesen.

Der Ausschuß hat die Teile der früheren Bahn-, Post- und Wasserstraßen-Kreuzungsvorschriften, die nach Überführung in die VDE-Bestimmungen auf VDE 0115 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für elektrische Bahnen V.E.B." entfallen, in diese Vorschriften übernommen und gleichzeitig verschiedene vordringliche Änderungen mit aufgenommen. Die so ergänzte Fassung VDE 0115/1934 ist mit dem 1. Januar 1935 in Kraft getreten.

Ausschuß für Explosionsschutz.

Der Ausschuß hat die ihm übertragene Aufstellung von Ausführungsbestimmungen zu § 35 von VDE 0100/1934, § 26 von VDE 0101/1934 und § 29 von VDE 0800/1935 abgeschlossen und die endgültige Fassung zu VDE 0165 „Leitsätze für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen" herausgegeben, die mit dem 1. April 1935 in Kraft getreten ist. Der Ausschuß wird sich mit der Aufstellung von Installa-

tionsbestimmungen für Sprengstoffbetriebe und Bestimmungen für die Ausführung explosionsgeschützter elektrischer Maschinen, Transformatoren und Geräte befassen.

Ausschuß für Bergwerksanlagen.

Der Ausschuß hat die Ersatzarbeit für die bisher im Anhang von VDE 0100/1930 und VDE 0101/1930 enthaltenen „Leitsätze für Bagger mit zugehörenden Bahnanlagen im Tagebau" als VDE 0168 „Vorschriften für Bagger, Fördergeräte sowie zugehörende Bahnanlagen über Tage und im Tagebau" herausgegeben, die mit dem 1. April 1935 in Kraft getreten ist. Der Ausschuß ist zur Zeit damit beschäftigt, Errichtungs- und Betriebsvorschriften für elektrische Anlagen in Bergwerken unter Tage herauszubringen. Der Entwurf zu der Arbeit VDE 0119 „Vorschriften für den Betrieb elektrischer Anlagen in Bergwerken unter Tage (B. u. T.)" ist in der ETZ 56 (1935) S. 217 veröffentlicht.

Ausschuß für Freileitungen.

Der Ausschuß hat die Teile der früheren Bahn-, Post- und Wasserstraßen-Kreuzungsvorschriften, die nach Überführung in die VDE-Bestimmungen auf VDE 0210 „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F." entfallen, in diese Vorschriften übernommen und gleichzeitig verschiedene vordringliche Änderungen mit aufgenommen. Die so ergänzte Fassung von VDE 0210/1934 ist mit dem 1. Januar 1935 in Kraft getreten. Gleichzeitig wurden Vorschriften für die Kreuzung von Reichsautobahnen durch Starkstrom-Freileitungen mit Nennspannungen von 1 kV und darüber aufgenommen. Durch den Unterausschuß „Leitungen und Armaturen" ist eine Neunormung der Drähte und Seile für Starkstrom-Freileitungen durchgeführt; die neuen Normblätter DIN VDE 8200, 8201, 8204 und 8205 sind im März 1935 erschienen.

Ausschuß für Schwachstrombeeinflussung.

Der Unterausschuß „Messungen" des Ausschusses für Schwachstrombeeinflussung hat in der Berichtszeit die Arbeiten an dem Entwurf zu VDE 0229 „Leitsätze für Maßnahmen an Fernmelde- und an Gleichstrom-Bahnanlagen im Hinblick auf gegenseitige Näherungen", den sogenannten Gleichrichterleitsätzen, wieder aufgenommen, nachdem die für die Weiterarbeit erforderlichen Versuche über Messung von Leitungs- und Schaltungsunsymmetrie zu einem gewissen Abschluß gelangt waren. In der Zwischenzeit hat sich die Anwendung von Zwölfphasengleichrichtern sowie die Gittersteuerung mehr und mehr in der Praxis eingeführt; es erscheint daher wünschenswert, auch hierauf in den Leitsätzen Rücksicht zu nehmen. Da hierfür die physikalischen Unterlagen teilweise noch nicht genügend erforscht sind, wird auf Veranlassung des Unterausschusses „Messungen" eine Reihe größerer Gleichrichtereinheiten verschiedener Bauarten zur Zeit experimentell untersucht.

Ausschuß für Drähte und Kabel.

Der Ausschuß für Drähte und Kabel hat eine vollständige Neubearbeitung von VDE 0255 „Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen V.S.K." vorgenommen; die Neufassung ist am 15. November 1934 in Kraft getreten. Zur Erzielung einer bodenständigen Rohstoffwirtschaft unter Wahrung der Sicherheit, Güte und Zweckmäßigkeit der Erzeugnisse wurden zwei neue Arbeiten VDE 01250 „Umstell-Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen U.V.I.L." und VDE 01810 „Umstell-Vorschriften für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen U.V.F.L." aufgestellt, die für Inlandslieferungen Geltung haben und am 20. Dezember 1934 bzw. am 1. April 1935 in Kraft traten. Für Auslandslieferungen bleiben die bisherigen Vorschriften nach wie vor gültig.

Ausschuß für Isolierstoffe.

Der Ausschuß für Isolierstoffe umfaßt zunächst vier Unterausschüsse, und zwar „Allgemeines (Prüfverfahren u. dgl.)", „Faserstoffe (Preßspan, Hartpapier u. dgl.)", „Lacke (auch Lackstoffe)" und „Preßstoffe (gummifreie und gummihaltige)". Es ist in Aussicht genommen, nach Bedarf noch weitere Unterausschüsse zu bilden. Der Ausschuß bearbeitet zur Zeit ein Umstellnormblatt DIN VDE 10650 „Isolierstoffe für Elektrotechnik".

Der Unterausschuß „Faserstoffe" befaßte sich mit der Fertigstellung der bereits in ETZ 54 (1933) S. 592 als Entwurf veröffentlichten Arbeit VDE 0315 „Leitsätze für die Prüfung von Preßspan". Die neuen Leitsätze treten mit dem 1. Juli 1935 in Kraft. Mit demselben Tage werden die bisherigen Leitsätze VDE 0316 und 0317 ungültig. Ferner hat der Unterausschuß „Faserstoffe" einen Entwurf zu VDE 0318 „Leitsätze für die Prüfung von Hartpapier und Hartgewebe" aufgestellt, der eine Zusammenfassung und Erweiterung der bestehenden Leitsätze VDE 0324, 0325 und 0326 darstellt und in Kürze veröffentlicht wird. Im Zusammenhang hiermit erwies es sich als zweckmäßig, bestimmte Abmessungen in Normblättern festzulegen. Dementsprechend wurden Entwürfe zu DIN VDE 605 „Hartpapier-Platten" und DIN VDE 606 „Hartgewebe-Platten" ausgearbeitet. Der Unterausschuß „Preßstoffe" hat einen Entwurf zu VDE 0320 „Leitsätze für die Prüfung gummifreier Isolierpreßstoffe" aufgestellt, der im wesentlichen die Angaben und Prüfungen zur Typeneinteilung nichtkeramischer Preßstoffe enthält; der Entwurf wurde in ETZ 56 (1935) S. 627 veröffentlicht. Ein Unterausschuß für keramische Stoffe wird in Kürze zusammentreten, um eine ähnliche Klasseneinteilung aufzustellen.

Ausschuß für Isolieröle.

Der Ausschuß hat in der Berichtszeit die Überarbeitung des bereits im Jahre 1933 aufgestellten Entwurfes einer Neubearbeitung von VDE 0370 „Vorschriften für Transformatoren- und Schalteröle" im wesentlichen zum Abschluß gebracht. Zur Zeit schweben Erwägungen zwecks Erzielung einer einheitlichen Bearbeitung aller die Verwendung von Transformatoren- und Schalterölen betreffenden Fragen, um die an anderen Stellen laufenden Arbeiten in einem gemeinsamen Ausschuß des VDE zusammenzufassen.

Ausschuß für Meßinstrumente.
Ausschuß für Wandler.
Ausschuß für Zähler.

Die Ausschüsse für Meßinstrumente, Wandler und Zähler haben in der Berichtszeit zu der Frage der internationalen Normung einer Stromstufenreihe Stellung genommen. Es gelang, eine wenigstens für das Fachgebiet Meßtechnik, das durch die drei genannten Ausschüsse erfaßt wird, im wesentlichen einheitliche Stromstufenreihe aufzustellen.

Der Ausschuß für Meßinstrumente hat sich ferner mit der Bearbeitung eines Vorschlages zu internationalen Regeln für Meßgeräte befaßt. Im Zusammenhang damit wurde ein Vorschlag über Kurzzeichen für Art des Meßwerkes, Stromart, Belastung u. dgl. für internationale Zwecke aufgestellt.

Ausschuß für Spannungsmessungen.

Der Ausschuß beschäftigt sich mit Vorarbeiten für die internationale Festlegung von Eichtabellen für Kugelfunkenstrecken. Die deutsche Stellungnahme gegen eine vorzeitige Normung der von der IEC vorgeschlagenen, in gewissen Bereichen noch fehlerhaften Eichwerte wurde festgelegt. Über noch auszuführende Messungen, mit dem Ziel der Verbesserung der zur Zeit bestehenden Eichtabellen, wurde ein eingehender Versuchsplan aufgestellt und an die IEC eingereicht. Nach diesem Versuchsplan sollen in den Laboratorien der verschiedenen Länder vergleichende Messungen vorgenommen werden.

Ausschuß für Hochspannungsisolatoren.

Der Ausschuß bearbeitete einen von der IEC aufgestellten Entwurf zu internationalen Prüfvorschriften für Porzellanisolatoren. Ferner wurden einige Fragen behandelt, die mit der Neubearbeitung von VDE 0446 „Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an" zusammenhängen, wie z. B. die Neufestsetzung der Prüflastwerte für Kappen- und Vollkernisolatoren.

Ausschuß für die Prüfung mit Spannungsstößen.

Ein von der IEC aufgestellter Entwurf zu internationalen Vorschriften für die Prüfung mit Spannungsstößen wurde durch den Ausschuß geprüft. Dieser Vorschlag unterscheidet sich in seinen Definitionen und Bestimmungen nicht wesentlich von den deutschen Festlegungen in VDE 0450 „Leitsätze für die Prüfung mit Spannungsstößen", die als Unterlagen für die internationalen Arbeiten gedient haben.



Ausschuß für Maschinen.
Ausschuß für Transformatoren.

Die Ausschüsse haben die ab 1. Januar 1935 gültigen Änderungen und Ergänzungen zu VDE 0530 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M." und zu VDE 0532 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T." verabschiedet. Zu diesen Änderungen und Ergänzungen sind die in der letzten Zeit eingegangenen Anregungen sowie die von dem IEC-Ausschuß für Maschinen und Transformatoren im Oktober 1934 in Prag getroffenen Beschlüsse berücksichtigt worden.

Ausschuß für elektrische Bahnausrüstung.

Der Ausschuß bereitete die Neubearbeitung von VDE 0535 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren auf Bahn- und anderen Fahrzeugen R.E.B." vor, wobei die von der IEC herausgegebenen internationalen Regeln berücksichtigt wurden. Außerdem wurden die im Zusammenhang mit den Arbeiten des IEC-Ausschusses für elektrische Bahnausrüstung auftretenden Fragen behandelt.

Ausschuß für Stromrichter.

Der Ausschuß bearbeitete die von dem Deutschen Kommittee der IEC einzureichenden Vorschläge für internationale Regeln für Stromrichter. Für die Aufstellung von VDE-Bestimmungen für Stromrichter wurden Richtlinien festgelegt.

Ausschuß für Klein- und Kleinspannungs-Transformatoren.

Der Ausschuß hat in der Berichtszeit die Überarbeitung des bereits im Jahre 1933 aufgestellten Entwurfes zu VDE 0550 „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Schutz-, Netzfernmelde- und sonstigen Transformatoren für Kleinspannung und Kleinleistung" und der dazu gehörenden Erläuterungen im wesentlichen zum Abschluß gebracht. Diese Arbeit soll für diejenigen Transformatoren gelten, die infolge ihrer Spannungs- oder Leistungsverhältnisse nicht durch VDE 0532 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T." erfaßt werden. Zur Zeit werden einige Sonderfragen, wie z. B. die Frage des allgemeinen Überlastungsschutzes — bisher Kurzschlußsicherheit genannt —, noch besonders beraten.

Ausschuß für Klemmenbezeichnungen.

Der Ausschuß behandelte die auf der IEC-Volltagung im Haag und in Brüssel im Juni 1935 zur Erörterung stehenden Entwürfe für internationale Klemmenbezeichnungen von Maschinen und Transformatoren. Vorarbeiten für die Neuherausgabe von VDE 0570 „Normen für die Bezeichnung von Klemmen bei Maschinen, Anlassern, Reglern und Transformatoren" wurden aufgenommen.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Der Ausschuß für Installationsmaterial hat die Neubearbeitung von VDE 0610 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I." in Angriff genommen. In besonderen Sitzungen in Hagen und Eisenach wurden unter Hinzuziehung weiterer Kreise von Sachverständigen maßgebende Gesichtspunkte für die Neubearbeitung besprochen. Die Normblätter DIN VDE 9450 und 9451 für metallgekapselte Steckdosen und Stecker sind herausgegeben worden. Ein Entwurf zum Normblatt DIN VDE 9021 „Stahlrohre ohne Verschraubung zur Verlegung in gewerblichen Räumen auf Putz" wurde veröffentlicht.

Ausschuß für Sicherungswesen.

Der Ausschuß ist mit der Bearbeitung eines Entwurfes zu VDE 0640 „Vorschriften für Selbstschalter bis 25 A 500 V" beschäftigt.

Ausschuß für Hochspannungsschaltgeräte.

Der Ausschuß hat einen Vorentwurf für die Neubearbeitung von VDE 0670 „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstrom-Hochspannungsgeräten für Schaltanlagen R.E.H." aufgestellt, der noch im Laufe dieses Jahres veröffentlicht werden soll. Der Ausschuß behandelte ferner die im Zusammenhang mit der Aufstellung internationaler Regeln für die Bewertung und Prüfung von Hochspannungsschaltern stehenden Fragen.

Ausschuß für Elektrowärmegeräte.

Die Neubearbeitung von VDE 0720 „Vorschriften für Elektrowärmegeräte für Spannungen bis 250 V gegen Erde V.W.G." konnte noch nicht abgeschlossen werden, da die Festlegung von Prüfverfahren für Elektrowärmegeräte große Schwierigkeiten bereitet. Die künftigen Vorschriften für Elektrowärmegeräte werden die erwarteten Bestimmungen für Elektroherde enthalten.

Ausschuß für Geräte mit Kleinstmotoren.

Der Ausschuß hat eine vordringliche Änderung der Bestimmungen über Haarschneidemaschinen in § 36 von VDE 0730/1933 „Vorschriften für Geräte mit Kleinstmotoren V.G.K.M." vorbereitet. Nach Abschluß der Arbeiten über Elektrowärmegeräte wird der Ausschuß für Geräte mit Kleinstmotoren die von ihm bearbeiteten Vorschriften den neuen Vorschriften für Elektrowärmegeräte angleichen.

Ausschuß für Elektromedizin.

Der Ausschuß beabsichtigt, die Arbeit VDE 0751 „Vorschriften für elektromedizinische Hochfrequenzapparate zur Diathermie und Hochfrequenzchirurgie V.E.Med. 2" einer Neubearbeitung zu unterziehen; ein Entwurf zu der Neufassung wird demnächst veröffentlicht werden.

Ausschuß für Fernmeldetechnik.

Der Auschuß hat die Teile der früheren Bahn-, Post- und Wasserstraßen-Kreuzungsvorschriften, die nach Überführung in die VDE-Bestimmungen auf VDE 0800 „Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V.E.F." entfallen, in diese Vorschriften übernommen und gleichzeitig verschiedene vordringliche Änderungen mit aufgenommen. Die so ergänzte Fassung von VDE 0800/1935 ist mit dem 1. April 1935 in Kraft getreten. Der Unterausschuß „Galvanische Elemente" hat die ab 1. Januar 1928 geltende Arbeit VDE 0808 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von dreiteiligen Taschenlampenbatterien" einer Neubearbeitung unterzogen. Diese neue Arbeit ist als VDE 0808/1935 „Vorschriften für dreizellige Taschenlampenbatterien" in der ETZ 56 (1935) S. 524 mit der Maßgabe veröffentlicht, daß diese Neufassung am 1. Juli 1935 in Kraft tritt. Gleichzeitig ist das zugehörende Normblatt DIN VDE 1201 „Taschenlampenbatterien, dreiteilig, 4,5 V" neu bearbeitet worden. Das Normblatt wird gleichfalls mit dem 1. Juli 1935 in Kraft treten.

Ausschuß für Hochfrequenztechnik.

Der Unterausschuß „Antennen" hat eine Neubearbeitung von VDE 0855 „Vorschriften für Außenantennen" in Angriff genommen. In dieser Neufassung sollen auch die in der zur Zeit gültigen Fassung noch nicht behandelten abgeschirmten Antennen und Zuführungen aufgenommen werden.

Der Unterausschuß „Geräte" hat sich mit den von der Installationsfragen-Kommission (IFK) aufgestellten Anforderungen an Rundfunk- und Verstärkergeräte beschäftigt und für die endgültige Ausgestaltung dieser Bestimmungen Gegenvorschläge bei dem Deutschen Ausschuß der IFK eingereicht. Der Unterausschuß „Kondensatoren" hat eine neue Arbeit VDE 0871 „Leitsätze für Elektrolyt-Kondensatoren" aufgestellt, die demnächst als Entwurf veröffentlicht wird.

Ausschuß für Rundfunkstörungen.

Die Unterausschüsse „Entstörungsgeräte" und „Hochfrequenzbeeinflussung" haben ihre Arbeiten VDE 0873 „Leitsätze für Maßnahmen an Leitungsanlagen zur Verminderung von Rundfunkstörungen" und VDE 0874 „Leitsätze für Maßnahmen an Maschinen und Geräten zur Verminderung von Rundfunkstörungen" nach Erledigung der zu den veröffentlichten Entwürfen eingegangenen Einwände endgültig herausgegeben. Diese beiden Bestimmungen sind mit dem 1. Januar 1935 in Kraft getreten. Inzwischen hat der Unterausschuß „Entstörungsgeräte" in Zusammenarbeit mit dem Ausschuß für Errichtungsvorschriften I die Versuche zur Feststellung der zulässigen Durchgangsströme bei Entstörungskondensatoren abgeschlossen und eine entsprechende Ergänzung an der vorerwähnten Arbeit VDE 0874 vorgenommen. Die nun-

mehrige Fassung ist als VDE 0874/1935 mit dem 14. März 1935 in Kraft getreten. Der Unterausschuß „Entstörungsgeräte" ist zur Zeit mit der Aufstellung von Bestimmungen für Aufbau, Einbau und nachträgliche Anschaltung von Entstörungskondensatoren beschäftigt. Ein Entwurf dieser Arbeit wird demnächst in der ETZ veröffentlicht werden.

Messeausschuß.

Alljährlich unternimmt der aus etwa 20 Herren bestehende Messeausschuß des VDE in kleinen Gruppen auf der Leipziger Frühjahrsmesse einen Rundgang durch die Ausstellungsgebäude sowohl auf der technischen Messe als auch in den Messehäusern der Stadt. Erfreulicherweise wurde auch in diesem Jahre festgestellt, daß minderwertige Erzeugnisse mehr und mehr verschwinden, und daß sich die Hersteller ernsthaft bemühen, die in bezug auf Sicherheit gegen Lebens- und Feuersgefahr aufgestellten VDE-Vorschriften einzuhalten. Besichtigt wurden u. a. auch die elektrischen Einrichtungen und Antriebe an Bearbeitungsmaschinen. Die Bestimmungen des VDE, gegen die von den Herstellern immer noch verstoßen wird, sind die gleichen, die in jedem Jahr — allerdings in immer verringertem Maße — von dem Messeausschuß festgestellt werden. Es handelt sich hierbei in der Hauptsache um folgende acht Punkte:

1. Als Zuführungsleitung zu ortsveränderlichen elektrischen Geräten, insbesondere bei Tischleuchten, werden hier und dort noch Fassungsadern verwandt. Fassungsadern sind bekanntlich nur in und an Beleuchtungskörpern, jedoch nicht als Zuleitung verwendbar. Als vorschriftsmäßige Leitungen stehen für derartige Zwecke u. a. Gummiaderschnüre und Gummischlauchleitungen zur Verfügung.
2. Der Einführungsstelle für die Zuleitungen in das Gerät wird von den Herstellern vielfach noch zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt, die Leitungen werden durch eine einfache Bohrung in das Gerät eingeführt. Da die Einführungsstelle oft scharfe Kanten aufweist, scheuert sich die Umhüllung der Zuleitung bald durch. Diesem Übelstand ist durch sorgfältige Nachbehandlung der Bohrung oder durch Einsetzen isolierender Tüllen und anderer Mittel leicht abzuhelfen, wodurch die Lebensdauer der Zuleitungen bedeutend verlängert werden kann.
3. Die bewegliche Zuleitung selbst muß im Innern der Apparate von Zug entlastet sein, damit beim Ziehen an der Zuleitung die Kupferadern nicht aus der Klemmvorrichtung herausgerissen werden und Kurzschluß verursachen.
4. Die wichtigste Sicherheitsbestimmung, der Berührungsschutz, wird ebenfalls noch dann und wann außer acht gelassen. Es gibt immer noch Elektrowärmegeräte, deren Steckerstifte keinen Schutzmantel haben, so daß also einpolig der Strom zugeleitet werden kann. Ohne wesentliche Konstruktionsänderungen kann diesem Fehler durch Anbringen genormter Gerätesteckvorrichtungen abgeholfen werden.

   In das Gebiet des Berührungsschutzes fällt auch die Abdeckung der Strom führenden Heizleiter bei Strahlsonnen, Brotröstern und ähnlichen Geräten. Auch auf diesem Gebiete gibt es schon seit Jahren zahlreiche vorschriftsmäßige Ausführungen, bei denen die Berührung durch ein Schutzgitter oder andere Maßnahmen verhindert ist.
5. Bedenklich ist das Fehlen der Erdungsvorrichtungen besonders bei Werkzeugmaschinen. Nach den VDE-Vorschriften müssen Vorrichtungen an den Geräten vorhanden sein, um eine Erdungsleitung ordnungsmäßig anschließen zu können. Diesen Anschlußmöglichkeiten sollte mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden.
6. Dann und wann werden als Sicherungen noch Papplamellen verwandt, auch diese entsprechen nicht den an die Sicherheit von Sicherungen zu stellenden Anforderungen.
7. Die meisten Fehler, die auf der diesjährigen Messe vorgefunden worden sind, betreffen — wie auch in den früheren Jahren — Steckvorrichtungen, bei denen eine Zugentlastungsvorrichtung nicht vorgesehen ist. Mehrfachstecker und Fassungsstecker ohne Berührungsschutz tauchen immer wieder auf.
8. Auf dem Gebiete der Fassungen kommen gewöhnliche Schraubfassungen ohne Berührungsschutzvorrichtungen wohl kaum auf den Markt, dagegen werden noch vielfach Soffittenfassungen ältester Bauart ohne jeden Berührungsschutz angeboten.

Die Mitgliederbewegung zeigte im Berichtsjahr eine erfreulich ansteigende Entwicklung.

Der Verband beklagt im Berichtsjahr den Verlust zahlreicher Mitglieder, die ihre Mitarbeit uneigennützig zur Verfügung stellten:

den Geheimen Postrat Dr. Breisig, Berlin;
den Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. Orlich, Berlin,
den Schöpfer des Elektroinstallateurhandwerks, das langjährige Vorstandsmitglied des VDE, G. Montanus,
den Dipl.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Rehmer, Direktor der Berliner Elektrizitätswerk AG.,
den Dr.-Ing. E. h. Schrottke, einen hervorragenden Pionier der Elektrotechnik,
den Präsidenten a. D. Geh. Oberpostrat Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. phil. Strecker, dessen Name mit der wissenschaftlichen Elektrotechnik unlöslich verbunden ist,
das Ehrenmitglied des Gaues Ruhr-Lippe, den beratenden Ingenieur Waskowsky, der sich aufopfernd und uneigennützig für die Arbeiten des VDE eingesetzt hat.

Von den übrigen verstorbenen Mitgliedern seien genannt:
Bauer, Paul, Berlin,
Baur, Gottfried, Obering., Kattowitz,
Birner, Heinz, Luckenwalde,
Blanc, Ferdinand, Falkensee,
Daniels, Paul, Berlin,
Ebeling, August, Bln.-Charlottenburg,
Emminghaus, Peter, Obering., München,
Frisch, Georg, Dipl.-Ing., Betr.-Dir., Gumbinnen,
Fendt, E., Obering., Wiesbaden,
Freytag, Hans, Direktor, Altona-Gr. Flottbeck,
Großmann, Otto, Ing., Rostock,
Grunert, Reinhold, Obering., Leipzig,
Helberger, Hugo, Fabrikant, München,
Holmgren, Torsten, Obering., Stockholm,
Jahn, Gustav, Dipl.-Ing., Direktor, Hamburg,
Jahn, Karl, Werkmeister, Beuthen O.-S.,
Keucker, Karl, Ing., Aachen,
Krüger, Max, Essen,
Köhl, Wilhelm, Dr., Fabrikant, Saarbrücken,
Kennel, Gustav, Direktor, Chemnitz,
Kroeker, Cornelius, Obering., Bremen,
Ludorff, L., Dipl.-Ing., Hamburg,
Linsert, Franz, Direktor, Pinneberg,
Moßmann, Georg, Elektromeister, Neustadt,
Neumann, Emil, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg,
Osterberg, J., Stockholm,
Purwin, Alfred, Bln.-Schöneberg,
Quaglio, Ferdinand, Dipl.-Ing., München,
Reichenbach, Carl, Augsburg,
Rittinghaus, Peter, Prof. Dr. phil., Oberstudienrat i. R., Remscheid,
Reifeis, Max, Direktor, Chemnitz,
Ramel, J., Betriebsleiter, Köln-Bayenthal,
Sumec, Josef, Professor, Brünn,
Sieg, Georg, Marinebaurat a. D., Stettin,
Singer, J., Direktor, Frankfurt a. M.,
Siebert, W., Dr.-Ing., Altona,
Schönrock, Otto, Betr.-Obering., Hamburg,
Schrimpff, Philipp, General-Direktor, Berlin,
Schmidmeier, P., Direktor, Schwetzingen,
Schabitz, Adolf, Zivil-Ing., Leipzig,
Strich, Friedr. Wilh., Zivil-Ing., Leipzig,
Stock, Ernst, Rockenhausen/Rheinpfalz,
Ulmann, Prof., Lodz/Polen,
Wernecke, Albert, Ing., Bonn,
Wolzenburg, G., Ing., Köln,
Wolf, Paul, Ing., Stuttgart-S.,
Ziegler, H. J., Dipl.-Ing., Bielefeld,
Zollinger, Direktor, Krefeld,
Zilles, Wilhelm, Elektro-Installateur, Rheydt.

Der Verband wird allen Mitgliedern stets ein ehrendes Angedenken bewahren.

Es ist uns ein Bedürfnis, den Leitern der Gaue und ihren tätigen Mitarbeitern unseren verbindlichen Dank für ihre wertvolle Mitarbeit im Interesse der Ziele des Verbandes auch von dieser Stelle aus zu übermitteln.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.



Bekanntmachung.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Der Ausschuß für Installationsmaterial hat beschlossen, hinter § 38 von

VDE 0610/1928 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I."

einen neuen § 38 A „Vorschriften für 3-polige metallgekapselte Steckvorrichtungen mit Schutzkontakt nach DIN VDE 9450 und 9451" einzufügen. Der Wortlaut wird nachstehend bekanntgegeben.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 1. August 1935 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:
i. V.: Zimmermann.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Entwurf 1.

Ergänzung von
VDE 0610/1928.

Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I.

§ 38 A.

3-polige metallgekapselte Steckvorrichtungen mit Schutzkontakt nach DIN VDE 9450 und 9451.

1. Geltungsbeginn.

Diese Vorschriften gelten für 3-polige metallgekapselte Steckvorrichtungen mit Schutzkontakt nach DIN VDE 9450 und 9451, die nach dem 1. Oktober 1935 hergestellt werden.

2. Spannung führende Teile.

Spannung führende Teile des Gerätes müssen so angeordnet, bemessen oder gesichert sein, daß bei ordnungsmäßiger Montage und ordnungsmäßigem Betrieb ein Stromübergang nach dem Gehäuse verhindert ist. Ebenfalls muß verhindert sein, daß die Schutzleitung mit Spannung führenden Teilen in Berührung kommen kann.

3. Anschlüsse.

Für den Anschluß der Leitungen müssen Schraubklemmen verwendet werden, bei denen die Leitungsenden ohne besondere Zurichtung eingeführt werden können.

Für Buchsenklemmen gelten nachstehende Mindestabmessungen:

Nennstromstärke	Gewindedurchmesser der Anschlußschrauben	Durchmesser der Buchsenbohrung	Länge des Gewindes an der Buchse	Gewindelänge der Schrauben
15 A	M 3,5	3,5	2,5	6
25 „	M 4	5	3	7
60 „	M 5	7	4	8
100 „	M 6	9	5	10

Bei Verwendung von 2 Anschlußschrauben sind die nächstkleineren Gewindedurchmesser zulässig.

Anschlußklemmen, Einführungsöffnungen und Raum für die anzuschließenden Leitungen sowie Zugentlastungseinrichtung müssen den Anschluß nachstehender Leitungsquerschnitte gestatten:

Nennstromstärke	Leiterquerschnitte
15 A	2,5 und 4 mm²
25 „	6 und 10 mm²
60 „	16 mm²
100 „	35 mm²

Die Gehäuse der Stecker und Kupplungsdosen müssen eine innen liegende, die Gehäuse der Wandsteckdosen je eine innen und außen liegende Anschlußvorrichtung für die Schutzleitung haben.

Das Gehäuse bzw. der Träger der Isolierkörper muß durch einen mindestens für den Nennstrom bemessenen Leiter mit der als Schutzleitungsanschluß dienenden Hülse bzw. dem Stift verbunden sein.

Die Anschlußstellen für den Schutzleiter müssen metallisch blank und mit ⏚ gekennzeichnet sein.

Die Austrittstelle für die Zuleitungen an ortsveränderlichen Dosen und Steckern muß gut verrundet sein.

4. Prüfung.

a) Die Kontakte der Steckvorrichtung — einschließlich Schutzkontakt — werden mit Nennstrom belastet. Dabei darf bei gesäuberten Kontaktstücken kein größerer Spannungsabfall als 20 mV für jeden Kontakt entstehen.

b) Hiernach werden die Steckvorrichtungen ohne Strombelastung betätigt und zwar werden Stecker für 15 und 25 A insgesamt 500mal für 60 und 100 A insgesamt 250mal ein- und ausgeführt.

c) Bei der dann wiederholten Prüfung nach a) darf der Spannungsabfall ebenfalls 20 mV für jede Verbindung nicht überschreiten.

d) Die Messungen erfolgen an einer Gleichstromquelle.

5. Zugentlastung.

a) Bei Steckern und ortsveränderlichen Dosen muß die Art der Ausführung der Zugentlastung leicht erkennbar sein; lose eingelegte Teile der Zugentlastungseinrichtung sind unzulässig.

b) Die Zugentlastungseinrichtung darf keine Kanten aufweisen, die zu einer Beschädigung der Leitungen führen können. Die Klemmstelle für die Zugentlastung muß so angeordnet sein, daß die Leitung an dieser Stelle nicht durch Knickung beansprucht werden kann.

c) Die Prüfung der Zugentlastung für ortsveränderliche Dosen und Stecker 15 und 25 A erfolgt nach § 99. Dosen und Stecker für 15 A werden mit 15 kg, Dosen und Stecker für 25 A mit 20 kg belastet.

Die §§ 40 bis 45 gelten nicht für 3-polige metallgekapselte Steckvorrichtungen mit Schutzkontakt nach DIN VDE 9450 und 9451.

Bestimmungen für die Prüfung und Beglaubigung von Elektrizitätszählern.

Die Bestimmungen für die Prüfung und Beglaubigung von Elektrizitätszählern, die von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt mit Wirkung vom 1. IV. 1935 erlassen wurden, sind zusammen mit einem Auszug „Bestimmungen über die Beglaubigung von Elektrizitätszählern" aus der „Prüfordnung für elektrische Meßgeräte, Ausgabe 1933", als Anhang zu VDE 0418/1932 „Regeln für Elektrizitätszähler R.E.Z." in Form eines Sonderdruckes erschienen. Dieser kann zum Preise von 0,20 RM zuzügl. Porto von der Verlagsabteilung des VDE bezogen werden.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Preisausschreiben.

Das Kuratorium der Zusatzstiftung zu Zeitler's Studienhaus-Stiftung, Berlin, dem auch ein Vertreter des Elektrotechnischen Vereins angehört, hat drei Preisaufgaben aus dem Gebiete des Luftschutzes ausgewählt, und zwar:

a) Erforschung des internationalen Standes der Arbeiten zum Schwerentflammbarmachen von Holz,

b) Erforschung von dauerhaften Dichtungsstoffen und Konstruktionen von Dichtungsvorrichtungen für den gassicheren Abschluß von Schutzräumen (Fenster und Türen),

c) Erforschung von Schutzmöglichkeiten für die Glasscheiben geschlossener Fenster gegen die Einwirkung des Luftstoßes von Sprengbomben.

Der Herr Reichsminister der Luftfahrt hat zu diesen Aufgaben ergänzend noch folgendes mitgeteilt:

„Die Arbeit zu a) muß eine Beurteilung der verschiedenen Feuerschutzmittel hinsichtlich ihrer Wirkung, Lebensdauer und Wirtschaftlichkeit, aber auch mit Rücksicht auf die Gewinnung aus einheimischen Rohstoffen enthalten. Ferner muß eine Zusammenstellung der verschiedenen Prüfverfahren und ihre Beurteilung gebracht werden.

Die unter b) genannte Preisaufgabe wird zweckmäßig in einen technologischen und einen konstruktiven Teil zerlegt. Für den konstruktiven Teil ist besonders zu fordern, daß die Lösung keine große Kompliziertheit und eine ausreichende Festigkeit gegen mechanische Beanspruchung aufweist.

Für die unter c) genannte Preisaufgabe ist zu fordern, daß die Schutzmaßnahmen sehr billig sind, um auch tatsächlich für Millionen von Fenstern angewendet werden zu können.

Mit den Lösungen zu Aufgabe b) und c) müssen Konstruktionszeichnungen eingereicht werden, soweit eine schriftliche Darstellung für das Verständnis nicht ausreichend ist. Modelle sind nur dann erforderlich, wenn auch die zeichnerische Darstellung nicht ausreichen sollte."

Die bereitgestellten 6000 RM verteilen sich auf die einzelnen Aufgaben wie folgt:

zu a)	. . . .	2000 RM
„ b)	technologischer Teil	1500 „
	konstruktiver Teil	1000 „
„ c)	. . . .	1500 „ .

Die Lösungen dieser Preisaufgaben sind in deutscher Sprache abzufassen und bis spätestens 1. IV. 1936 an das

Kuratorium der Zusatz-Stiftung zu Zeitler's Studienhaus-Stiftung, Berlin O 27, Schicklerstr. 5, II

einzusenden.

Erwünscht ist die Einsendung unter einem Kennwort. In solchen Fällen ist die genaue Anschrift des Einsenders in einem geschlossenen Briefumschlag mit gleichem Kennwort beizufügen.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär.
Dr. Schmidt.

SITZUNGSKALENDER.

Reichsinnungsverband des Elektro-Installateurhandwerks. Reichsinnungstag 20. und 21. VII. in Hamburg. Arbeitstagung und Sitzungen des Beirats. Vorträge: Gamer, W. G. Schmidt und Dr. Wienbeck.

LITERATUR.

Besprechungen.

Physikalisch-chemische Grundlagen des Nachrichtenwesens. Eine Einführung in die Theorie der Fernmeldetechnik für jedermann. Von W. v. Dufais. 3., neubearb. u. erw. Aufl. Mit 139 Abb. i. Text, VII u. 187 S. in 8°. Verlag E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1935. Preis geh. 6 RM.

Die jetzt erschienene 3. neubearbeitete und erweiterte Auflage des Buches behandelt die physikalischen und chemischen Grundlagen des Nachrichtenwesens so ausgiebig, wie es für alle Angehörigen der Nachrichtentruppe erforderlich und wünschenswert ist. Darüber hinaus wird es allen willkommen sein, die über Anfängerwissen hinaus sich mit diesem Stoffe beschäftigen wollen, sich aber an die umfassenden technischen Werke nicht heranwagen. Nach einer kurzen Einführung über den Zusammenhang zwischen dem Atombau und der Elektrizitätslehre werden die Grundgesetze der elektrischen Fernmeldetechnik entwickelt. Auch das optische Nachrichtenwesen wird kurz behandelt. Der Abschnitt „Verbrennungsmotoren" enthält das Notwendige, das der Nachrichtenmann auf diesem Gebiet der Technik wissen muß. Im Anhang sind wichtige Zahlen sowie die Wellenlängen und Frequenzen der elektrischen und der übrigen Schwingungen zusammengestellt. Ferner bringt er die notwendigen Erläuterungen der Mathematik und der Chemie sowie einige Rechenbeispiele. Das Ziel des Verfassers, den Laien zu belehren und den Fortgeschrittenen anzuregen, wird durch die volkstümliche und leicht faßliche Darstellung erfüllt.

A. Krämer.

Les Machines Asynchrones à champs tournants, à bagues et à collecteur. Von Ing. R. Langlois-Berthelot. 2. Aufl. Mit 129 Fig. i. Text, XLII u. 274 S. in gr. 8°. Verlag Dunod, Paris 1934. Preis geh. 53,50 Fr, geb. 63,50 Fr.

In der Absicht, eine Art „Grammatik" der Asynchronmaschine für den praktischen Ingenieur zu schreiben, gibt der Verfasser in der Einleitung eine Übersicht über die Eigenschaften der gebräuchlichsten Asynchronmaschinen mit und ohne Kommutator und bespricht im 1. Hauptteil die wichtigsten Kapitel aus der allgemeinen Theorie der Asynchronmaschine. Für die wichtigsten Arten der Asynchronmaschine einschl. einiger Kommutatorkaskaden werden die Gleichungen aufgestellt, während diese Arbeit für eine weitere Reihe von Kommutatorkaskaden dem Leser vorbehalten bleibt. Wertvoll ist, daß auch die allgemein gültigen Grundlagen für die Aufstellung der Strom- und Spannungsdiagramme angegeben werden, welche den physikalischen Sinn und die praktische Bedeutung der Gleichungen der allgemeinen Theorie erst voll erkennen lassen. Im 2. Hauptteil wird die Anwendung der allgemeinen Theorie auf die wichtigsten asynchronen Maschinenarten behandelt, und im 3. Hauptteil werden allgemein gültige Daten angegeben, die es gestatten, näherungsweise und ohne große Fehler jede beliebige asynchrone Maschinenart voraus zu berechnen. Das Buch, das nach dem Willen des Verfassers eine gewisse Mit- und Weiterarbeit des Lesers erfordert, ist insbesondere für solche Ingenieure geeignet, die sich mit theoretischen Aufgaben des Elektromaschinenbaues zu befassen haben, und darüber hinaus für Studierende als gute Einführung in die Theorie der Asynchronmaschine.

J. Klamt.

Eingegangene Doktordissertationen.

Gustav Grobe, Die Abhängigkeit des zur Aufrechterhaltung einer bestimmten mittleren Induktion in einem Körper mit rechteckigem Querschnitt erforderlichen Erregerfeldes und der Energieverluste von der Periodenzahl und dem Durchtrittsquerschnitt bei linearer Wechselmagnetisierung. T. H. Braunschweig 1933.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Wissenschaftliche Leitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 41. Wer stellt Thermoelemente her zum Laden von Akkumulatoren?

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 5. Juli 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.



Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
56. Jahrgang | Berlin, 18. Juli 1935 | Heft 29

Hundert Jahre deutsche Eisenbahnen.

Zu der am 14. Juli eröffneten großen Eisenbahnausstellung in Nürnberg.

Von Dr.-Ing. Ludwig Schultheiß, Nürnberg.

656. 2

Hundert Jahre — eine lange Zeit — doch rasch verflossen ist dieses Jahrhundert der Technik. Unerhörte Fortschritte hat es gebracht, vor allem auch auf dem Gebiet des Verkehrs. 1825 wurde in England die erste Eisenbahn mit Dampfbetrieb zwischen Stockton und Darlington eröffnet. Aber schon 10 Jahre früher war in einer Kohlengrube der Königshütte bei Gleiwitz die erste deutsche Dampflokomotive gelaufen. Sie wurde erbaut von der Kgl. Eisengießerei Berlin nach den Plänen des Hüttenoberinspektors Schmahel und des Hütteninspektors Krieger. Sie hat nicht lange Dienst geleistet, die Geschwindigkeit war sicher nur sehr gering, ebenso die Zugkraft.

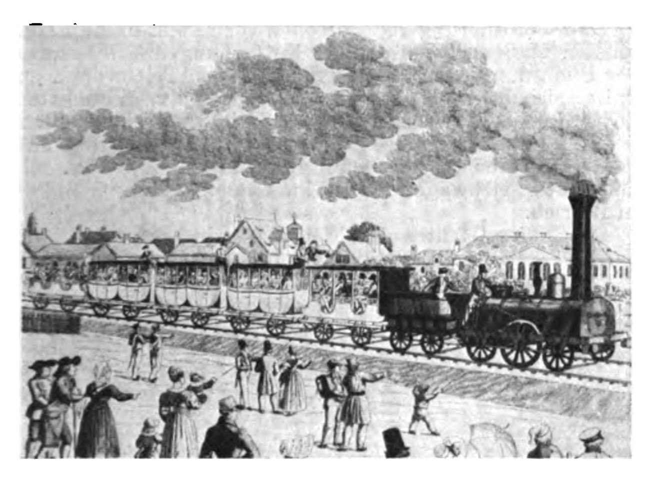


Abb. 1. Erster Zug der Ludwigsbahn zwischen Nürnberg und Fürth, bestehend aus der Lokomotive „Adler“ und 9 Personenwagen. Gesamtlänge des Zuges 60 m. Geschwindigkeit 30 km/h. Leistung der Lokomotive 41 PS.

Das Jahr 1835 brachte dann die Eröffnung der ersten deutschen Eisenbahn zwischen Nürnberg und Fürth mit der englischen Lokomotive „Adler“ (Abb. 1), aber schon kurz darauf (1838) wurde auch in Deutschland die erste wirklich betriebsfähige Lokomotive gebaut (Abb. 3). Sie führte den Namen Saxonia und verkehrte 18 Jahr lang auf der 1839 eröffneten Bahnstrecke Dresden—Leipzig. Hergestellt wurde sie in der Maschinenfabrik Übigau bei Dresden nach den Entwürfen von Prof. Schubert, dem Leiter der Fabrik und Lehrer an der Polytechnischen Schule der jetzigen Technischen Hochschule Dresden. Sie lehnte sich noch stark an die englischen Vorbilder an. Insbesondere besaß sie die sehr tief liegenden ungünstig befestigten Innenzylinder und Handsteuerung; d. h. die wechselweise Zufuhr des Dampfes nach der Vorder- und Rückseite des Zylinders mußte von Hand geregelt werden. Nicht umsonst galt daher die Führung einer solchen Lokomotive als eine Kunst, die dem Lokomotivführer hohes Einkommen brachte.

Die hauptsächlichsten Betriebswerte der Lokomotive waren: Rostfläche 0,50 m², Heizfläche 24,2 m², Dampfdruck 4,22 atü, Zylinderdurchmesser 279 mm; Hub 406 mm; Triebraddurchmesser 1524 mm, Heizrohrlänge 2110 mm.

Der unerhörte Siegeszug der Eisenbahn in allen Ländern der Erde brachte nicht nur eine Vermehrung der Lokomotiven, sondern auch eine fortgesetzte Steigerung von Leistung und Geschwindigkeit.

Bei den Dampflokomotiven ist die grundsätzliche, von Stephenson angegebene Bauart — waagrecht liegender Siederohrkessel mit rückwärts angebrachter Feuerbüchse, waagrecht liegende Dampfzylinder usw. — bis heute als dauerndes Merkmal erhalten geblieben. Schon 1838 wurden in England gekuppelte Triebachsen verwendet, die sich ebenfalls bis auf den heutigen Tag erhalten haben. Die ungünstig angebrachten Innenzylinder ersetzte man bald durch außenliegende, bis man bei größeren Leistungen zu Drei- und Vierzylinderlokomotiven mit innen- und außenliegenden Zylindern überging. Der Beginn unseres Jahrhunderts brachte als weiteren grundlegenden



Abb. 2. Erster elektrisch betriebener Zug auf der Gewerbeschau Berlin 1879.

Fortschritt die Verwendung des überhitzten Dampfes. Die jüngsten Bestrebungen zielen auf möglichste Verringerung des Luftwiderstandes hin.

Abb. 4 zeigt die neueste Stromlinienlokomotive der Deutschen Reichsbahn. Sie ist gebaut für eine Höchstgeschwindigkeit von etwa 175 km/h. Bei den Probefahrten, die kürzlich in Berlin-Grunewald stattfanden, erreichte die Maschine mit 200 t Anhängelast eine Höchstgeschwindigkeit von 191 km/h. Die Maschine leistet bei 190 km/h Geschwindigkeit 3750 PS. Sie besitzt 3 Dampfzylinder, 3 Trieb- und 4 Laufachsen. Die Siederohre sind 7 m lang. Der Dampfdruck beträgt 20 atü, die Rostfläche 4,8 m², das Dienstgewicht 217 t, die Gesamtlänge 26,3 m. Die Maschine nimmt also mehr als die halbe Länge des ganzen „Adlerzuges“ bestehend aus Lokomotive und 9 Wagen ein. Ob mit dieser Maschine die Entwicklung der Dampflokomotive ihren Höhepunkt erreicht hat, läßt sich noch nicht sagen.

Den gleichen Siegeszug, den die Dampflokomotive um das Jahr 1835 begann, hat gegen Ende des vorigen Jahrhunderts die elektrische Lokomotive angetreten. Aus dem Deutschen Museum ist allen die kleine Gleichstromlokomotive von Werner von Siemens bekannt, die auf der Berliner Gewerbeausstellung 1879 ein Häuflein Besucher mit kaum mehr als Schrittgeschwindigkeit im Ausstellungsgelände spazieren fuhr (Abb. 2).

Aber es dauerte nicht lange, dann wuchs auch dieses „Kind“ (Abb. 5) unter den Lokomotiven zu mächtiger

Größe heran (Abb. 6). Die Entwicklung der elektrischen Fahrzeuge hat sich noch schneller vollzogen als die der Dampflokomotiven. Die ersten elektrischen Fahrzeuge waren Straßenbahnwagen, Grubenlokomotiven und Triebwagen für Untergrundbahnen. In diesen Betrieben war die Beseitigung der Rauchplage naturgemäß am vordringlichsten.

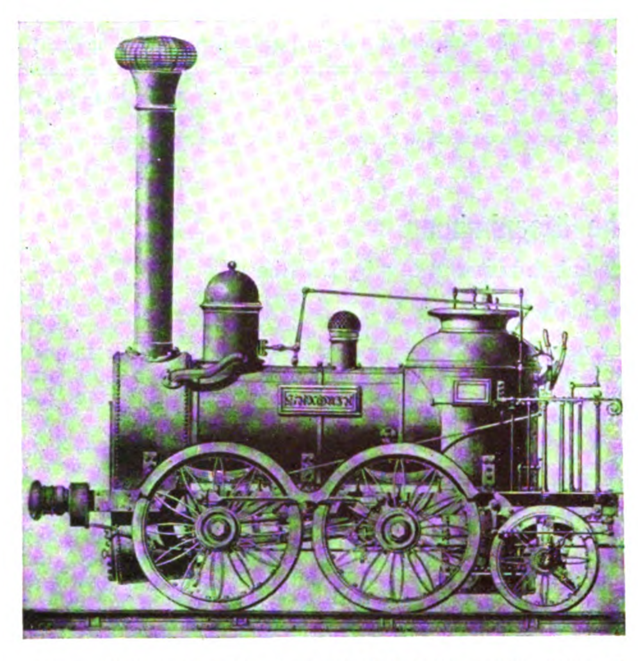


Abb. 3. Erste in Deutschland erbaute Vollbahnlokomotive „Saxonia" (1838); verkehrte 18 Jahre lang auf der Strecke Leipzig—Dresden.

Der allgemeinen Entwicklung der Elektrotechnik entsprechend wurden die Elektrofahrzeuge anfangs mit Gleichstrom, später auch mit Drehstrom betrieben. 1892 wurde die erste Versuchsbahn für Drehstrom auf dem Gelände der Siemens-Schuckertwerke errichtet, und 1903 erreichten bereits die Schnelltriebwagen (Abb. 7) auf der Versuchsstrecke Marienfelde—Zossen eine Geschwindigkeit von mehr als 200 km/h.

Der Einphasenstrom wurde in Deutschland erstmalig 1905 für Vollbahnen benutzt. Die erste Bahn dieser Art wurde zwischen Murnau und dem berühmten Passionsspieldorf Oberammergau erbaut. Die Fahrdrahtspannung beträgt 5000 V. Die ersten Fahrzeuge sind heute noch im Betrieb.

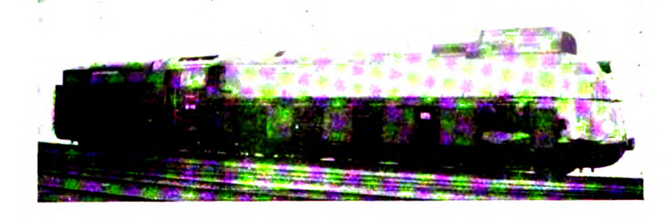


Abb. 4. Neueste Stromlinien-Dampflokomotive der Deutschen Reichsbahn, Reihe 05. Höchstgeschwindigkeit 175 km/h, Leistung 3750 PS, Dienstgewicht 217 t, Länge über Puffer 26,3 m.

Ebenso wie bei den Dampflokomotiven stiegen Leistung und Geschwindigkeit der elektrischen Fahrzeuge mit der Entwicklung des Verkehrs rasch an. 3 PS Leistung besaß 1879 die Gleichstromlokomotive der Gewerbeschau, 4000 PS leistet 1935 die Wechselstromlokomotive der Reihe E 18. Anfangs verwendete man bei den elektrischen Vollbahnlokomotiven den Stangenantrieb. In den letzten Jahren ist man aber wenigstens in Deutschland zu der Erkenntnis gekommen, daß es am richtigsten ist, die Drehbewegung des Elektromotors als solche unmittelbar auf die Triebräder der Maschine zu übertragen. Die neuen Lokomotiven sind dementsprechend alle mit Einzelantrieb ausgerüstet, auch die Güterzuglokomotiven. Interessant ist, daß neuerdings auch bei Dampflokomotiven der Einzelantrieb ausgeführt wird.

Abb. 6 gibt die neueste elektrische Schnellzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn wieder; sie vermag Schnellzüge von 400 t Gewicht mit 150 km/h zu befördern. Die große Anfahrbeschleunigung trägt wesentlich zur Verkürzung der Fahrzeit bei. In knapp 100 s steigt die Geschwindigkeit von 0 auf 100 km/h. Die Stundenleistung der Lokomotive beträgt 4000 PS; für kurze Zeit kann die Lokomotive bei Höchstgeschwindigkeit 6000 PS hergeben. Jeder der vier Motoren überträgt seine Leistung durch Hohlwellenantrieb unmittelbar auf eine der vier Triebachsen.

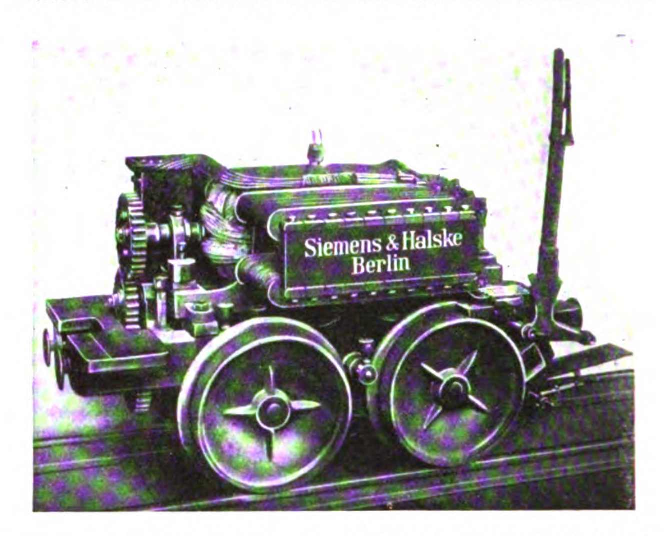


Abb. 5. Erste elektrische Lokomotive auf der Gewerbeschau Berlin (1879). Geschwindigkeit 7 km/h; Leistung 3 PS.

Zur Beförderung von Personen verwendet man in steigendem Maß auch bei großen Entfernungen Triebwagen. Der Übergang vom Lokomotivzug auf den Triebwagen gestaltet sich beim elektrischen Zugbetrieb am einfachsten, da sich diese Betriebsart für den Triebwagenverkehr am besten eignet, und die Triebwagen mit Oberleitung eine hohe Stufe der technischen Entwicklung aufweisen. Es sind heute Triebwagen bis 100 km Stundengeschwindigkeit im Betrieb.

Auch dieselelektrische Triebwagen sind auf verschiedenen Strecken in Betrieb gekommen. Bei Einsatz auf der

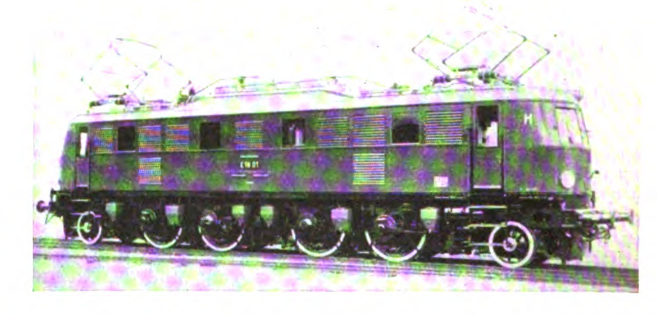


Abb. 6. Neueste Einphasenwechselstromlokomotive der Deutschen Reichsbahn, Reihe E 18. Geschwindigkeit 150 km/h; Höchstleistung 6000 PS, Dienstgewicht 109 t, Länge über Puffer 16,9 m.

Strecke München—Berlin ergibt sich eine Fahrzeit von nur 6½ h. Der neue Triebwagen, der hinsichtlich seiner äußeren Form als Weiterentwicklung des „Fliegenden Hamburgers" (Abb. 9) anzusprechen ist, hat in bezug auf die erreichte Geschwindigkeit einen Vorgänger in dem schon erwähnten Schnelltriebwagen aus dem Jahre 1903 gehabt. Die damaligen Triebwagen sind dadurch besonders interessant, daß sie bei der hohen Geschwindigkeit Drehstromantrieb besaßen und fahrdrahtgespeist waren, während die neuen Schnelltriebwagen die erforderliche Leistung gewissermaßen in einem eigenen Kraftwerk erzeugen.

Das hundertjährige Bestehen der Eisenbahn in Deutschland wird in Nürnberg — dem Ausgangspunkt der ersten Bahn in Deutschland — am 13. Oktober festlich begangen. Eine große Ausstellung in der Nähe des Reichs-



parteitaggeländes wird vom 14. Juli bis Mitte Oktober dem Besucher den heutigen Stand des deutschen Eisenbahnwesens zeigen. Das Gelände umfaßt 60 000 m² Ausstellungsfläche, davon sind 20 000 m² überdachte Hallen. Auf dem Gelände verkehrt der erste Eisenbahnzug der Ludwigsbahn, der vor kurzem nach Plänen des Deutschen Museums in den Reichsbahn-Werkstätten Kaiserslautern und Nürnberg naturgetreu wieder erstanden ist.

Auf 1000 m Gleislänge werden nicht weniger als 50 der neuesten Schienenfahrzeuge der Reichsbahn zu sehen sein.

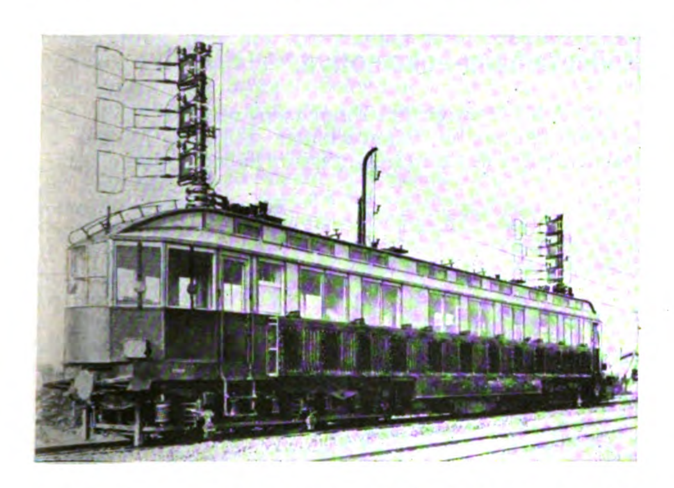


Abb. 7. Drehstrom-Schnelltriebwagen der Strecke Zossen—Marienfelde.

Sie geben ein fast lückenloses Bild des technisch hochwertigen Fahrzeugbestandes der Reichsbahn. Zu erwähnen sind: die neueste Stromlinienlokomotive Reihe 05 für eine Geschwindigkeit von 175 km/h und die neueste elektrische Lokomotive Reihe E 18 für 150 km/h, die, ebenso wie die Stromlinien-Dampflokomotiven, sich von ihrer Ahne, der in Abb. 5 wiedergegebenen ersten elektrischen Lokomotive erheblich unterscheidet. Außerdem wird auf der Ausstellung ein Oberleitungstriebwagen für hohe Geschwindigkeit und einer der neuen dieselelektrischen Schnelltriebwagen für 160 km/h gezeigt.

Neben diesen Vertretern der neuzeitlichsten Lokomotiven und Triebwagen, die zunächst auf der Strecke Berlin—Köln und München—Salzburg eingesetzt wurden, sind auch zahlreiche Personenwagen neuester Bauart zu sehen, darunter ein Speise- und ein Schlafwagen, Packwagen usw.

Die übrigen Abteilungen der Ausstellung umfassen: die volkswirtschaftliche Bedeutung der Reichsbahn, den Personen- und Güterverkehr im allgemeinen, dann den Oberbau, Brücken- und Hochbau, die Werkstätten, das Fernmelde- und Sicherungswesen sowie die Motorisierung der Reichsbahn.

Auf dem umfangreichen Freigelände werden neben verschiedenen Lastkraftwagen mit Diesel-, Dampf-, Holzgas- und e l e k t r i s c h e m Antrieb auch die neuesten Straßenfahrzeuge der Reichsbahn (Culemeyerfahrzeuge) im Betrieb vorgeführt. Diese Fahrzeuge befördern seit zwei Jahren mit größtem Erfolg beladene Eisenbahnwagen vom Bahnhof zum Abnehmer bzw. umgekehrt. In letzter Zeit sind aber diese Fahrzeuge getreu dem Wahlspruch

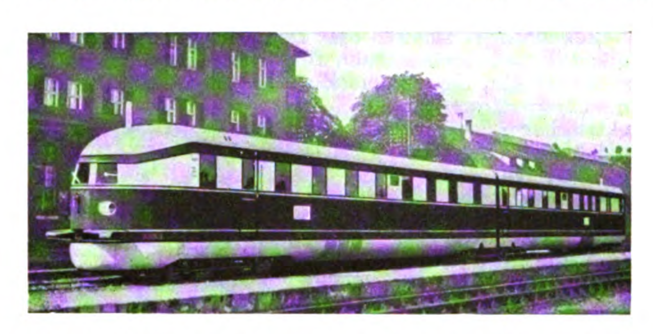


Abb. 9. Der „fliegende Hamburger", dieselelektrischer Schnelltriebwagen.

„Dem Reich wir dienen auf Straßen und Schienen" auch zur Beförderung schwerster Lasten auf der Straße eingesetzt worden. Auf dem Ausstellungsgelände (A b b. 8) ist ein Fahrzeug mit 24 Rädern zu sehen, das eigens für solche Schwerlasten gebaut ist und 80 t zu tragen vermag. Es dient zur Beförderung großer Transformatoren, Generatoren, Brückenteile und sonstiger schwerer Lasten.

Im Rahmen der Veranstaltungen „Hundert Jahre Deutsche Eisenbahn" nimmt auch das Verkehrsmuseum Nürnberg (A b b. 10) eine beachtenswerte Stelle ein. Aus diesem feierlichen Anlaß wurde es vollkommen umgestellt und auf den neusten Stand der Technik gebracht. Das Verkehrsmuseum feiert in diesem Jahr sogar ein dreifaches Jubiläum: einmal das hundertjährige Bestehen der Eisenbahn in Deutschland, dann die Gründung des Museums vor 50 Jahren und das zehnjährige Bestehen der öffentlichen Lichtspielbühne. Das Museum besitzt eine Reihe historisch sehr wertvoller und höchst sehenswerter Ausstellungsstücke. Hervorzuheben ist vor allem die einzigartige Sammlung von Fahrzeugmodellen. Die meisten der be-

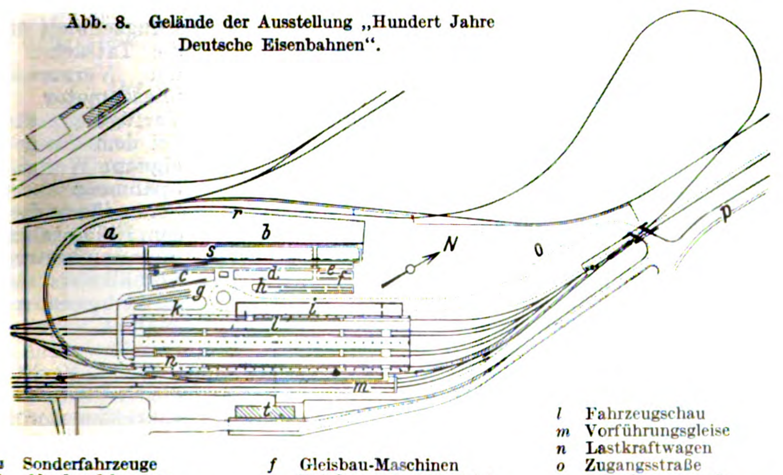


Abb. 8. Gelände der Ausstellung „Hundert Jahre Deutsche Eisenbahnen".

- *a* Sonderfahrzeuge
- *b* Oberbaufahrzeuge
- *c* Weichen und Weichenteile
- *d* Füllformenverfahren
- *e* Nebenfahrzeuge
- *f* Gleisbau-Maschinen
- *g* Fahrbares Anschlußgleis
- *h* Gleisformen
- *i* Halle „Deutsche Reichsbahn"
- *k* Straßenfahrzeuge
- *l* Fahrzeugschau
- *m* Vorführungsgleise
- *n* Lastkraftwagen
- *o* Zugangsstraße
- *p* Allersbergerstraße
- *r* Historische Ludwigsbahn
- *s* Freigelände
- *t* Verwaltungsgebäude



Abb. 10. Das Verkehrsmuseum in Nürnberg.

Die neuesten Güterwagen: Kühlwagen, Kübelwagen und sonstige Großraumwagen sowie Tieflade- und Kranwagen sind ebenfalls vertreten. Alle Fahrzeuge sind für den Besucher zugänglich, auch eine Fahrt auf dem Führerstand einer der neuesten Schnellzuglokomotiven wird möglich sein. Außer den Fahrzeugen sind eine Reihe von Nebeneinrichtungen vorhanden, wie eine Hebebockanlage, Behälter der verschiedensten Bauart usw.

reits erwähnten Fahrzeuge sind vertreten. Die wichtigsten Fahrzeuge sind in Schränken mit Spiegelböden untergebracht, so daß der Beschauer auch die Unterseite der Fahrzeuge, die häufig wichtige Teile des Triebwerks, Bremseinrichtungen, Beleuchtungsdynamos usw. enthalten, mühelos betrachten kann.

Außer der langen Halle für Fahrzeuge in natürlicher Größe und den beiden Sälen für Fahrzeugmodelle besitzt



das Museum noch eigene Säle für Brückenbau, Sicherungs- und Fernmeldetechnik, Oberbau, Personen- und Güterverkehr, Kraftwagen und Autobahnen, Hochbau sowie Werkstätten und Schiffbau.

Die Reichspostverwaltung hat das Postmuseum, das im gleichen Bau untergebracht ist, anläßlich der Feierlichkeiten einer Auffrischung unterzogen. In diesem Museumsteil ist vor allem die Entwicklung des Telegraphen- und Fernsprechwesens zu sehen.

Auch das Verkehrs- und Baumuseum Berlin — das in den ausgedehnten Räumen des alten Hamburger Bahnhofs in der Invalidenstraße untergebracht ist —, hat anläßlich der Jahrhundertfeier seine Sammlungen ergänzt. Auch dort sind Fahrzeuge und andere Modelle von den Anfängen der Eisenbahn bis auf den heutigen Tag zu sehen. Hervorzuheben ist die umfangreiche Oberbausammlung, der alle Gleisbauten der 100 Jahre zeigt, sowie die Modelle des fliegenden Hamburgers und der neuesten Stromlinienlokomotive für eine Geschwindigkeit von 175 km/h.

Die Motoren der Kruppschen Höllentalbahn-Lokomotive.

621. 335. 2

Bekanntlich richtet die Deutsche Reichsbahn die Höllental- und Dreiseenbahn für den elektrischen Betrieb mit 50 Hz ein, um festzustellen, ob bei dieser Frequenz ein einwandfreier elektrischer Zugbetrieb möglich ist. Eine der zu diesem Zweck beschafften Lokomotiven wird mit kompensierten Einphasenmotoren mit Zwischenläufer ausgerüstet[1]).

Jede der vier Treibachsen wird von einem 6poligen Einphasen- und einem 4poligen Drehstrommotor von 500 kW Stundenleistung angetrieben. Es ergeben sich somit 3 Grundgeschwindigkeiten, bei denen die Lokomotive ohne Verluste in den Anlaßwiderständen fährt. Zur Anfahrt und zum Übergang von einer Grundgeschwindigkeit zur andern sind Wasserwiderstände vorgesehen. Die 3 Stufen werden auf folgende Weise erreicht:

1. Beide Motoren jeder Treibachse sind in Kaskade geschaltet.
2. Die 6poligen Einphasenmotoren arbeiten allein.
3. Die 4poligen Drehstrommotoren arbeiten allein und werden dabei von den als Phasenspalter wirkenden Einphasenmotoren gespeist.

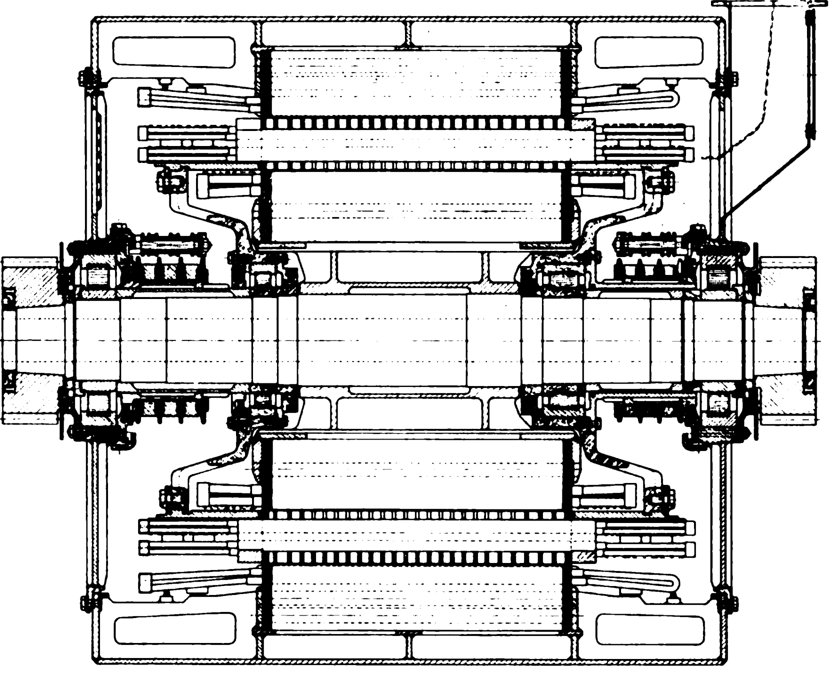


Abb. 1. Einphasenmotor.

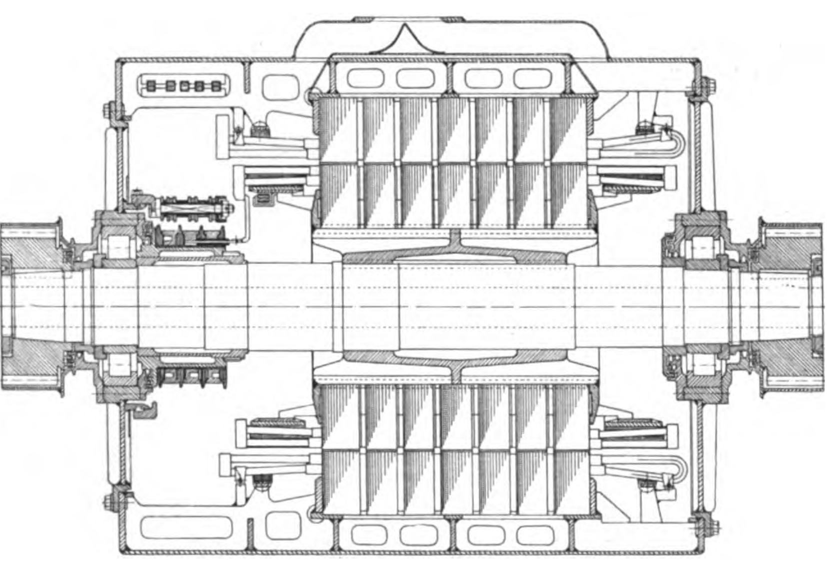


Abb 2. Drehstrommotor.

Die Lokomotive stellt also ein Mittelding dar zwischen einer reinen Einphasenlokomotive und einer Phasenumformerlokomotive.

Die Abb. 1 zeigt den Einphasen- und die Abb. 2 den Drehstrommotor im Längsschnitt. Ständer, Läufer und Zwischenläufer des Einphasenmotors haben Axialbelüftung, während bei dem Drehstrommotor Radialbelüftung vorgesehen ist. Die Motorgehäuse und Lagerschilder sind geschweißt. So war es möglich, den Einphasenmotor mit etwa 6,7 und den Drehstrommotor mit 3,7 kg/kW Stundenleistung zu bauen. Die inzwischen an der ersten Motorengruppe angestellten Messungen haben ergeben, daß die vertraglich vereinbarten Stundenleistungen abgegeben werden können, ohne daß die Erwärmung die REB-Grenze für Dauerbetrieb erreicht. Wesentlich erleichtert wurde die Einhaltung der für eine Erstausführung außerordentlich geringen Gewichte je Leistungseinheit durch die Tatsache, daß ein Versuchseinphasenmotor zur Verfügung stand, bei dem durch geeignete Werte von Spannung und Stromdichte die bei dem Höllentalbahnmotor auftretenden Verhältnisse zufällig fast genau nachgeahmt werden konnten.

Die Nachteile, die der übliche Induktionsmotor hat, sind bei dem Einphasenmotor mit gleichstromerregtem Zwischenläufer nicht vorhanden; es ist möglich, durch geeignete Wahl der Zahnradübersetzungen die an sich geringe Zahl der Grundgeschwindigkeiten so zu legen, wie es für den Bahnbetrieb am geeignetsten ist. Ein reichlich bemessener Wasserwiderstand erlaubt, nötigenfalls auch längere Zeit mit beliebigem Schlupf zu fahren. L. Schön, Essen.

[1]) Elektr. Bahnen 11 (1935) S. 61.

Die elektrischen Anlagen des turboelektrisch angetriebenen Fahrgastschiffes „Potsdam".

Von Obering. C. Meyer, Hamburg.

621. 3: 629. 123

Übersicht. Der turboelektrische Antrieb und die sonstigen elektrischen Anlagen des Schiffes „Potsdam" werden beschrieben.

Während sich die Anwendung des turboelektrischen Antriebs in Deutschland bisher nur auf Sonderfahrzeuge kleinerer Art, wie Bagger, Schwimmkräne u. dgl. erstreckt hatte, entschlossen sich die führenden Reedereien in Erkenntnis der Entwicklungsnotwendigkeit, diese Antriebsart auch für ihre kommenden Neubauten anzuwenden. Der Werft Blohm & Voß wurde daher Ende 1933 für die Hamburg-Amerika-Linie das Zweischraubenschiff „Potsdam" von etwa 18 000 Bruttoregistertonnen und 193 m Länge in Auftrag gegeben, das — ausgerüstet mit einem turboelektrischen Antrieb — bei 26 000 PS eine Geschwindigkeit von 21 Sm/h[1]) erreicht (Abb. 1).



Abb. 1. Fracht- und Fahrgastschiff „Potsdam".

Die elektrische Kraftübertragung dieser Art, die den Elektriker durch die zu lösenden baulichen Aufgaben des elektrischen Antriebs und seiner Steuerungsweise vor ein neues Aufgabengebiet[2]) stellte, gewinnt hier außer durch ihre Größenverhältnisse noch durch das Zusammenarbeiten mit einer Benson-Hochdruck-Kesselanlage besondere Bedeutung. Die elektrische Schraubenanlage wurde von den Siemens-Schuckertwerken AG. auf Grund des Auftrages vom 1. XI. 1933 in Anlehnung an die von Blohm & Voß im Schiffsmaschinenbau vorliegenden großen Erfahrungen entworfen und ausgeführt. Die Turbinen sind Bauart Siemens und wurden z. T. von den Siemens-Schuckertwerken, Mühlheim, und zum anderen Teil von der Bauwerft gemeinsam hergestellt.

Der elektrische Schraubenantrieb.

Das Schiff, das für den Ostasiendienst bestimmt ist, muß bei seiner Fahrt sehr lange Reisewege mit gleichmäßiger Geschwindigkeit, hingegen Einzelstrecken mit verschiedenen Geschwindigkeiten zurücklegen. Es wurde daher die Maschinenanlage nach besonderen Gesichtspunkten ausgebildet. In dem hier in Frage kommenden Dienst mit verschiedenen Fahrtgeschwindigkeiten — bis Genua etwa im Mittel 15½ Sm/h und ab Genua 21 Sm/h — kann bei elektrischem Antrieb eine besonders gute Wirtschaftlichkeit erzielt werden. Auf Grund dieser Erwägungen wurde der elektrische Antrieb gewählt, bei dem zwischen die Turbine mit ihrer hohen Drehzahl und die Schraubenwelle mit ihrer niedrigen Drehzahl statt der sonst üblichen mechanischen Übersetzungsgetriebe die rein elektrische Übersetzung geschaltet wurde. Hierbei wird die von den Turbogeneratoren erzeugte elektrische Energie unmittelbar den Schiffsschraubenmotoren zugeführt.

Die grundsätzliche Anordnung des Schraubenantriebs und der Dampfkraftanlage ist in Abb. 2 dargestellt. Der in den Benson-Kesseln erzeugte Dampf wird den beiden Turbinen zugeleitet, die mit je einem Drehstromgenerator unmittelbar gekuppelt sind. Die Generatoren werden mit den Motoren zusammengeschaltet und die Fahrtgeschwindigkeit an den Turbinen selbst geregelt.

[1]) Eine deutsche Seemeile entspricht 1,852 km.
[2]) Hierüber wird in der ETZ berichtet werden.

Die Turbosätze erhalten ihren Dampf von Benson-Hochdruckkesseln, die von Blohm & Voß für Schiffszwecke durchgebildet wurden. Der erste solche Kessel für den Schiffsbetrieb wurde auf der „Uckermark", die von der Hamburg-Amerika-Linie auf der Fahrt nach Niederländisch-Indien eingestellt ist, eingebaut. Die mit diesem Schiff in mehrjährigem Dienst gemachten günstigen Erfahrungen bestätigen die Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit einer solchen Hochdruckanlage.

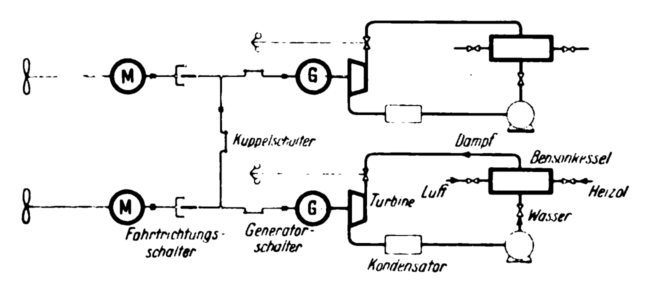


Abb. 2. Grundsätzlicher Aufbau der Dampfkraftanlage und des Schraubenantriebs.

Der Bensonkessel ist ein reiner Zwangsdurchlaufkessel, mit welchem jeder beliebige Druck bis zum kritischen Druck (225 atü bei 374 ° C) erzeugt werden kann. Die Kessel der „Potsdam" erzeugen Dampf von etwa 100 atü bei 480 ° C. Die Verwendung dieses Kessels ergibt eine wesentliche Herabsetzung des Gewichts- und Raumbedarfs[3]). Wegen des geringen Dampfvolumens können Rohrbrüche keine explosionsartigen Wirkungen ausüben. Die Turbinen des Schraubenantriebes sind als zweigehäusige Axialturbinen ausgebildet, während für den Hilfsmaschinenbetrieb Radialturbinen gewählt sind.

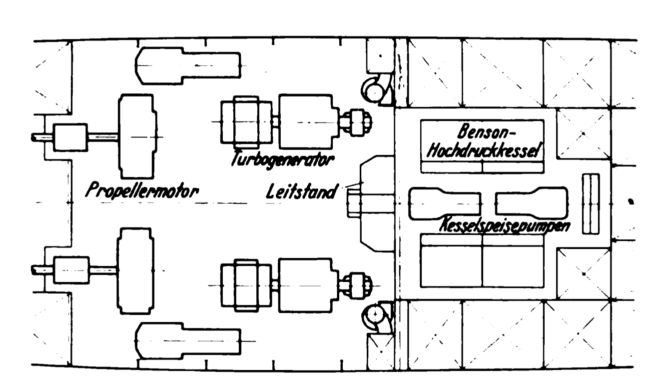


Abb. 3. Räumliche Anordnung der Schraubenantriebsanlage.

Die Hauptturbinen arbeiten mit einem Eintrittsdruck des Dampfes am Einlaßventil von 80 atü bei 470 ° C. Die Kondensatoren sind mit den Turbinen zu einer Einheit zusammengebaut. Die Drehstromgeneratoren der Hauptmaschinenanlage leisten je 10 000 kW bei 3200 U/min. Die verkettete Klemmenspannung beträgt 6000 V.

Zum Antrieb der Schrauben dienen Synchronmotoren für asynchronen Anlauf. Jeder Motor leistet 9570 kW bei 160 U/min. Sie werden zur Drehzahlregelung mit Drehstrom veränderlicher Frequenz von den beiden Turbosätzen gespeist. Die Schraubenmotoren sind gekapselt und mit Fremdbelüftung in geschlossener Kreislaufkühlung versehen. Zur Luftbewegung dienen für jeden Motor zwei elektrisch angetriebene Zentrifugallüfter; die warme Luft wird in seewasserdurchflossenen Luftkühlern rückgekühlt.

[3]) Bleicken, Z.VDI u. „Schiffbau" erscheint demnächst.



Abb. 3 zeigt die Anordnung der Anlage im Schiff. Abb. 4 gibt die Schaltung wieder, nach der es möglich ist, die beiden Schraubenantriebe vollständig unabhängig voneinander arbeiten zu lassen; jeder Generator speist dann seinen zugehörigen Motor. Ferner kann auch einer der beiden Generatoren allein beide Motoren speisen. Und schließlich wäre es möglich, durch beide Generatoren in Parallelschaltung beide Motoren zu betreiben. Die Drehrichtung der Motoren wird durch Phasenvertauschen mittels des Fahrtrichtungsschalters, bei gleichbleibendem Kraftwerke in Betrieb sein und jedes Kraftwerk für sich auf seinen zugehörigen Motor arbeiten. Die dabei möglichen Höchstdrehmomente der Schrauben sind abhängig von der zur Verfügung stehenden Dampfspannung. Auch wenn nur ein Kraftwerk in Betrieb ist, werden beide Schrauben gefahren und mit Wechselstrom der gleichen Frequenz gespeist. Da die Frequenz und damit die Drehzahl der Schraubenmotoren durch die Veränderung der Turbinengeschwindigkeit geregelt wird, so erfolgt also die Drehzahlregelung der beiden Motoren gleichzeitig.

B. B. Motor
B. B. Generator
Fahrtrichtungsschalter
Schalt- u. Entregungswiderstände
Kuppelschalter
Turbo-Generatoren mit Erregermaschinen
Fahrtrichtungsschalter
Schalt- u. Entregungswiderstände
St. B. Motor
St. B. Generator

Abb. 4. Schaltbild des elektrischen Schraubenantriebs.

Drehsinn der Generatoren, und die Drehzahl durch die Geschwindigkeitsregelung der Turbinen eingestellt. Die Geschwindigkeitsregelung der Turbinen erfolgt dampfseitig.

Zum Anfahren läuft die Turbine mit etwa einem Viertel ihrer normalen Drehzahl, d. i. mit 800 U/min. Der Schraubenmotor wird dann eingeschaltet und läuft als Asynchronmotor hoch. Bei Erreichung der ungefähren synchronen Drehzahl wird die Motorerregung eingeschaltet und danach die Drehzahl durch Geschwindigkeitsregelung der Turbinen bis zur gewünschten Höhe heraufgesetzt.

Die Schraubenmotoren werden aus dem 220 V-Bordnetz erregt; für die Generatoren sind besondere, den Generatoren der Hilfsmaschinen angehängte Erregermaschinen von regelbarer Spannung vorgesehen. Für das Anfahren müssen jedoch die Generatoren übererregt werden; sie erhalten hierfür (Stoßerregung) kurzzeitig Strom aus dem 220 V-Bordnetz. Zur Erzielung des asynchronen Anlaufens ist dabei die Motorerregerwicklung über einen besonderen Anlaßwiderstand geschlossen. Dieser Widerstand wird nach dem Intrittfallen wieder abgeschaltet. Die Maschinenanlage ist reichlich bemessen, so daß in Bedarfsfällen auch noch eine Steigerung der Leistung angängig ist.

Die Manövrierbedingungen sind bei dieser Anlage verhältnismäßig einfach. Sind beispielsweise zwei Kraftwerke in Betrieb, so kann jeder Schraubenmotor vollkommen unabhängig vom anderen mit beliebiger Geschwindigkeit und mit beliebigem Drehsinn umlaufen. Jedes Kraftwerk arbeitet also mit seinem Turbogenerator auf nur eine Schraube. Auf diese Weise können mit dieser Schraube alle Betriebszustände gefahren werden, ohne in irgendeiner Beziehung an die Arbeitsweise des anderen Schraubenmotors gebunden zu sein. Für alle Manöver im Hafen, in schwierigen Gewässern und im Nebel werden daher beide

Schaltanlage.

Die Ausführung der Schaltvorgänge erfolgt auf dem Leitstand (s. Abb. 5), von dem aus eine gute Übersicht über die ganze Maschinenanlage vorhanden ist. Alle Schaltorgane zur Steuerung der Anlage sind hier zusammengefaßt, um eine sichere und leichte Bedienbarkeit zu erreichen. Die Schalter können für die Betriebsschaltung nur in spannungslosem Zustand betätigt werden; lediglich für den Kuppelschalter kann Schalten unter Last in Frage kommen. Sämtliche Erregerschalter von Generatoren und Motoren sind für jede Schiffsseite mit den zugehörigen Fahrtrichtungsschaltern zusammengefaßt und werden in der erforderlichen Schaltfolge betätigt. Die Einstellung des Turbinengeschwindigkeitsreglers geschieht ebenfalls

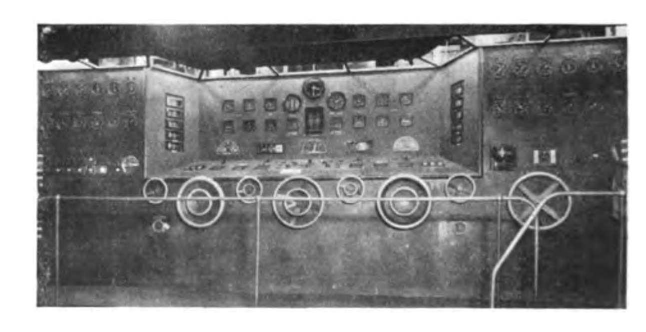


Abb. 5. Leitstand für die Schraubenantriebsanlage

durch ein Handrad. Ein weiteres Handrad dient zur Einstellung der Generatorenerregung auf die Erregerstufen, die den einzelnen Drehzahlen entsprechen.

Durch die Zusammenfassung von Schaltern zu Schaltergruppen wird erreicht, daß der Bedienende während der Normalfahrt nur das Manöver- und das Geschwindigkeitshandrad der Turbine zu bedienen hat. Die richtige Reihenfolge der Schaltungen ist durch eine mechanische Verriegelung der einzelnen Schalter untereinander sichergestellt.

war das Erfordernis, bei einer eintretenden Störung die Stromversorgung der für den Betrieb der Benson-Anlage und der Propelleranlagen nötigen elektrischen Hilfsmaschinen soweit wie möglich aufrecht zu erhalten. Hierzu fand die in der Bordelektrotechnik bekannte Sicherheitsschaltung[4]) System C. Meyer wiederum Anwendung. Den Hauptanteil an der Kraftwerksleistung haben die vier 600 kW-Turbogeneratoren, die in Parallelschaltung auf die Hauptsammelschiene arbeiten, an die alle Verbraucher der Hauptmaschinen- und Kesselanlage angeschlossen sind. Die

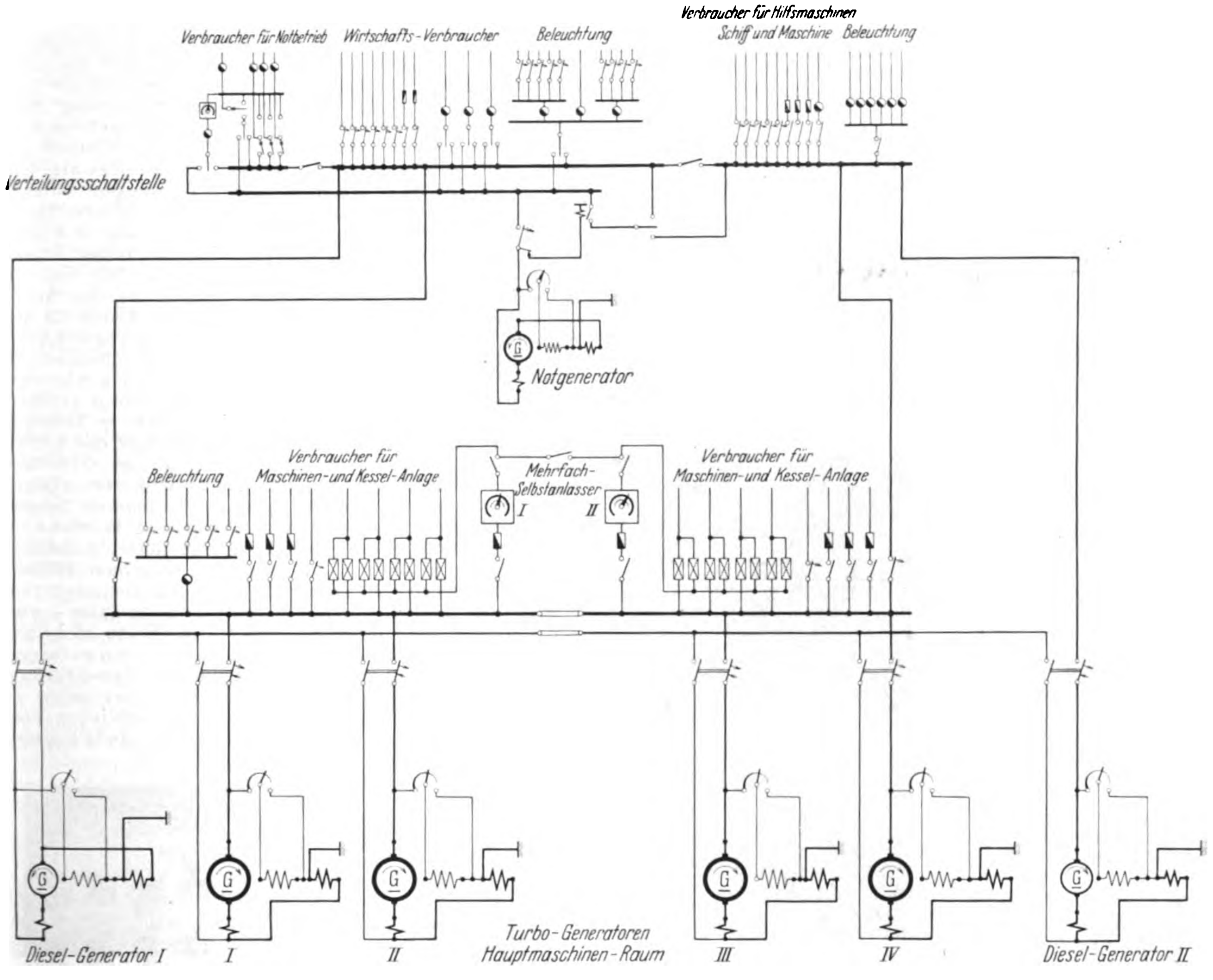


Abb. 6. Kernschaltbild des Kraftwerks für Hilfsanlagen.

Die Überwachung der Anlage in bezug auf Dampfzustand und elektrischen Zustand erfolgt ebenfalls vom Leitstand aus, auf dem die Meßinstrumente für das Beobachten des Dampfzustandes sowie die elektrischen Meßinstrumente übersichtlich verteilt sind. Bemerkenswert ist bei dieser Anlage noch, daß eine mechanische Bremse zur Unterstützung der Nachlaufbremsung und zum Festsetzen des Schraubenmotors bei abgeschalteter Anlage vorhanden ist. Die Bremse wird vom Leitstand aus über das Manövrierhandrad zwangsläufig gesteuert und arbeitet mit Druckluft.

Kraftwerk für Hilfsanlagen.

Die elektrische Kraftwerksanlage für Hilfsmaschinen dient zum Betrieb der Licht-, Kraft-, Heizungs- und Fernmeldeeinrichtungen, sie übernimmt ferner die Speisung der Hilfsmaschinen und -einrichtungen für den turboelektrischen Antrieb des Schiffes. Sie umfaßt eine Hauptschaltstelle mit 4 Turbodynamos von je 600 kW Leistung bei 230 V Klemmenspannung und zwei Öldynamos von je 350 kW Leistung von derselben Klemmenspannung sowie eine Notschaltstelle mit einer Öldynamo von 60 kW Leistung und ebenfalls 230 V.

Abb. 6 gibt das Kernschaltbild des Kraftwerks für Hilfsanlagen wieder. Bestimmend für seine Unterteilung Verbraucher aller übrigen Hilfsmaschinenanlagen sowie die Beleuchtung und die Wirtschaftsverbraucher sind an eine Verteilungsschalttafel angeschlossen.

Die 600 kW-Turbogeneratoren übernehmen während der Fahrt und in den Zwischenhäfen — solange Dampf auf den Kesseln ist — den gesamten Betrieb. Die weiterhin vorhandenen zwei Dieselgeneratoren von je 350 kW sind für das Anfahren der Benson-Anlage erforderlich, wenn noch kein Dampf für den Betrieb der Turbogeneratoren zur Verfügung steht. Bei abgesetzten Kesseln werden sie für die allgemeine Stromlieferung im Hafenbetrieb benutzt. Sie können auch zur Speisung der Verteilungsschaltstelle herangezogen werden; wobei sie dann parallel zu den Turbogeneratoren gefahren werden. Auch hier tritt der Parallelbetrieb mehrerer Generatoreinheiten hervor, der sich, gegenüber der früher üblichen Wahlschaltung, an Bord von Schiffen als der zweckmäßigere erwiesen hat.

Die Hauptsammelschiene kann durch einen Trennschalter unterteilt werden, so daß mit zwei vollkommen voneinander unabhängigen Netzhälften gefahren werden kann und jeder Kesselanlage ihre eigene Stromerzeugungs- und -verbraucheranlage zugeordnet ist. Die Form der Schaltanlage gibt die Möglichkeit, die geeignete Betriebs-

[4]) Vgl. Bohn, ETZ 51 (1930) S. 761.

weise herzustellen, wie sie jeweils durch die Fahrtverhältnisse, wie Seebetrieb, Revierfahrt, Hafenbetrieb usw., gegeben ist.

Für die Abgabe und Verteilung der Leistung ergeben sich die in Zahlentafel 1 angegebenen Werte.

Zahlentafel 1. Anschlußwerte der verschiedenen Hilfsbetriebe.

	Anzahl der Motoren	Anschlußwert in kW
Beleuchtung		200
Schiffs- und Maschinenraumlüfter	62	215
Hilfsmaschinen für Hauptmaschinenbetrieb, Pumpen usw.	74	2 590
Hilfsmaschinen für Schiffsbetrieb	57	1 050
Motorische Verbraucher insgesamt	193	3 855
Wirtschaftsheizung: Herde, Backöfen, Grillöfen usw.		345
Kammerheizung		835
Elektrowärme insgesamt		1 180

Die Leitungsanlage ist für 220 V Gleichstrom einpolig ausgeführt, wobei der Minuspol an den Schiffskörper angeschlossen ist.

Hauptschalttafel.

Sämtliche, zur Verteilung der Energie erforderlichen Schaltmittel sind auf der Hauptschalttafel und der Verteilungsschalttafel (Abb. 7) angeordnet. Beide sind aus Eisenblech hergestellt. Die erstere ist im Hauptmaschinenraum auf einer erhöhten Plattform aufgestellt und hat eine Länge von 7,5 m bei einer Höhe von 2,2 m. Auf ihr sind alle Apparate und Instrumente zur Verteilung und zur Kontrolle untergebracht. Alle Schaltapparate sind hinter der Tafel angeordnet; nur die Bedienungsgriffe sitzen vorn. Ein genügend breiter Gang hinter der Schalttafel ermöglicht eine gefahrlose Überholung der Apparate. Die Verteilungsschalttafel, deren Bauart die gleiche ist wie die der Hauptschalttafel, ist — getrennt von der Hauptschalttafel — in einem Raum oberhalb der Wasserlinie aufgestellt. Diese Unterteilung in der Stromversorgung der Verbraucher erhöht die Sicherheit in der Schaltanlage, besonders für den Fall eines örtlichen Brandes im Maschinenraum in der Nähe der Hauptschalttafel.

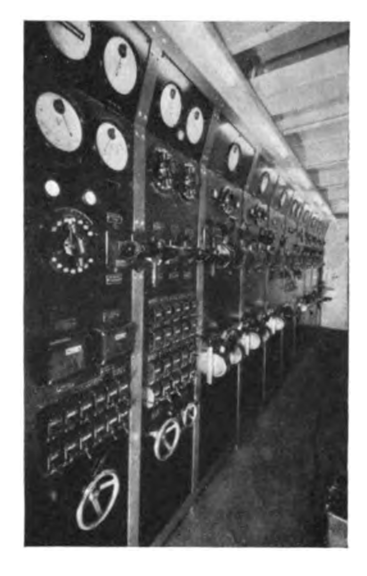


Abb. 7. Verteilungsschalttafel.

Bauart der Hilfsmaschinenmotoren.

Unter den zahlreichen Pumpenantrieben tritt der Vertikalmotor mit geschweißtem Magnetgestell besonders hervor. Die senkrechte Bauart der Pumpensätze, bei der Motorwelle und Pumpe starr verbunden sind, zeichnet sich durch eine kurze, gedrängte Bauhöhe aus und beansprucht eine verhältnismäßig kleine Grundfläche. Die Lage der Rohranschlüsse an der Pumpe läßt eine einfache Führung der Rohrleitungen zu, und auch der Ausbau der umlaufenden Teile wird wesentlich einfacher. Die Traglager der Motoren mußten hierzu jedoch besonders ausgebildet werden, da sie außer dem Gewicht des Motorankers noch die aus dem Gewicht des Pumpenläufers und dem Schub in Achsenrichtung entstehenden Zusatzbelastungen aufnehmen müssen. Die größten Vertikalmotoren sind die für die Hauptkühlwasserpumpen, mit je 220 PS Antriebsleistung. Die Motoren der für den Betrieb der Benson-Kessel erforderlichen beiden Hochdruckspeisepumpen haben eine regelbare Leistung von je 60 bis 470 PS, sind horizontaler Bauart und über ein die Umdrehungszahl herabsetzendes Vorgelege mit der Pumpe verbunden. Bei den Motoren für die Kompressoren für die Kühlanlage und desjenigen für Eiscremeherstellung wird die Drehzahl durch ein mit dem Motorgehäuse vereinigtes Vorgelege mit Sykes-Pfeilverzahnung von 1400 auf 350 bzw. 450 Umdrehungen herabgesetzt. Der Motor für die Notlenzpumpe sitzt unter einer Taucherglocke, damit das Arbeiten der Pumpe auch für den Fall sichergestellt ist, daß der Maschinenraum überflutet ist.

Anlaßvorrichtungen.

Die auf Schiffen neuerer Zeit bereits vorhandene Mehrfachanlaßvorrichtung System C. Meyer, die an Stelle der vielen einzelnen Anlasser ein Anlaßorgan vorsieht, ist auf diesem Schiff ebenfalls eingebaut und hat die Übersichtlichkeit in der Bedienung der Anlage wesentlich erhöht. Es können hier 25 Motoren verschiedener Leistung durch einfache Druckknopfbetätigung selbständig angelassen und stillgesetzt werden. Dabei laufen Motoren größerer Leistung, entsprechend ihren größeren zu beschleunigenden Massen, langsamer, kleinere Motoren dagegen entsprechend schneller an, indem die Drehzahl des Selbstanlasserhilfsmotors in Abhängigkeit von der Leistung des anzulassenden Motors eingestellt ist. Jedem Motor ist ein Anlaß- und ein Betriebsschütz zugeordnet. Mit dem Anlaßschütz wird der Motor unter Vorschaltung der Anlaßwiderstände des Selbstanlassers mit dem Bordnetz verbunden. Sobald die Anlaßwiderstände kurzgeschlossen sind, schaltet das Betriebsschütz ein und verbindet den Motor direkt mit der Stromquelle. Während des Anlassens eines Motors ist das Anlassen weiterer Motoren gesperrt.

Für die große Zahl der Motoren kleinerer Leistung, wie sie außer im Maschinenraum noch für die Lüftermaschinen im Schiff zu finden sind, ist der Grundsatz des Mehrfachanlassens, also durch ein gemeinsames Organ, ebenfalls durch ein ähnliches, aber einfacheres System, ohne Schützen, durchgeführt. Hier ist im Bereiche der Motorengruppe eine besonders ausgebildete Anlaßtafel vorgesehen, an der das Anlassen der einzelnen Motoren mittels eines von Hand zu bedienenden Schalters und eines gemeinsamen Selbstanlassers ausgeführt wird. Abb. 8 zeigt eine derartige Anlaßtafel. Beide Mehrfachanlaßeinrichtungen erzielen durch die Zusammenfassung einer Reihe von Steuervorgängen und die Beschränkung der Leerlaufarbeit auf das geringste Maß — neben der Raum- und Gewichtsersparnis — einen erheblichen Fortschritt in betriebstechnischer Hinsicht. Infolgedessen haben sie sich auch bald nach ihrer Durchentwicklung und praktischen Erprobung in der Anwendung für Bordzwecke schnell eingebürgert.

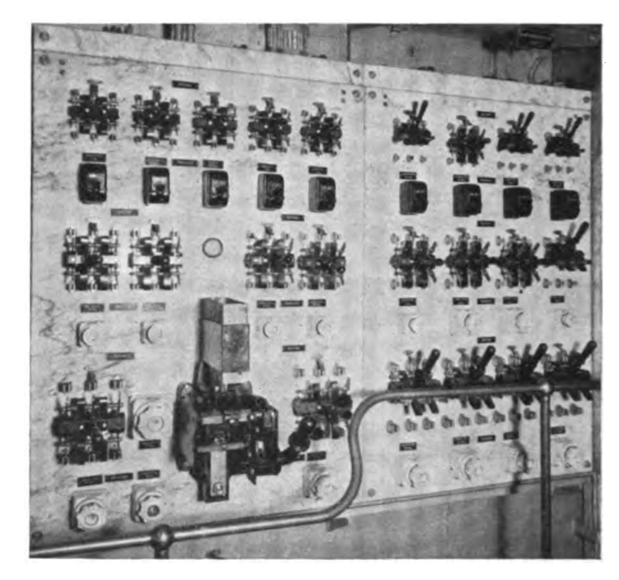


Abb. 8. Anlaßtafel mit gemeinsamen Selbstanlasser

Elektrische Anlagen für den Kesselbetrieb.

Die Kesselhilfsmaschinen werden ebenfalls elektrisch angetrieben. Für die Speisewasserversorgung der vier Benson-Kessel sind zwei sechszylindrige Kolbenpumpen aufgestellt; dementsprechend sind jedem Kessel drei pa-



rallel arbeitende Zylinder zugeordnet. Die beiden von einer Pumpe bedienten Kessel erhalten durch diese Anordnung stets die gleiche Wassermenge, die durch Drehzahlregelung des Pumpenmotors bemessen wird. Eine selbsttätige Wassermengenregelung zum Gleichhalten der Speisewassermenge ist bei der Verwendung von Kolbenpumpen nicht erforderlich, weil der veränderliche Kesseleintrittsdruck sich auf die Fördermenge, im Gegensatz zur Kreiselpumpe, nur in sehr geringem Maße auswirkt.

Als Reserve sind außer den beiden Kolbenpumpen zwei Kreiselpumpen mit Turbinenantrieb aufgestellt.

Für jeden Kessel ist ein eigenes Druckluft- und ein eigenes Saugzuggebläse vorhanden.

Die Heizölpumpen werden wegen des erforderlichen Drehzahlregelbereichs in Leonardschaltung gefahren. Für jeden Kessel ist ein Leonardsatz vorhanden, bei dem zwei Generatoren gemeinsam durch einen Motor angetrieben werden. Die Empfindlichkeit der Kesselaustrittstemperatur erfordert eine äußerst feinstufige Regelmöglichkeit mit vorgeschriebener Charakteristik. Es war also notwendig, die Pumpendrehzahl von den Schwankungen der Schiffsnetzspannung und von den Remanenzeigenschaften der Leonard-Generatoren unabhängig zu regeln. Dies wurde erreicht durch die Verwendung eines Kohledruckreglers. Der Sollwerteinsteller selbst wird mit einem Verstellmotor eingestellt, dessen Steuerung entweder von Hand über Druckknöpfe oder über den Temperaturregler erfolgt. Die Kessel werden von Hand in den Beharrungszustand gefahren. Erst, wenn dieser erreicht ist, werden die Temperaturregler eingeschaltet, die nun über die Sollwertseinsteller der Heizölpumpen die Kesselaustrittstemperatur konstant halten.

Alle zum Fahren der vier Kessel erforderlichen Meßinstrumente und Regelapparate sind in einem Kesselfahrstand vereinigt. Auf diesem befinden sich außerdem die Druckknöpfe zum Fernanlassen und -abschalten aller Kesselhilfsmaschinen.

Bemerkenswert ist, daß bei diesen Kesseln das Zünden der Brenner nicht, wie bisher üblich, mit einer Fackel erfolgt, sondern daß hierfür eine elektrische Einrichtung, System Bohn, verwendet wird, mit der der Kessel selbsttätig in Betrieb gesetzt werden kann. Mit Öffnen des Brennstoffventils wird ebenfalls die Verbrennungsluft eingelassen und hierdurch gleichzeitig die Zündeinrichtung betätigt, so daß der kurz danach in den Feuerraum eintretende Brennstoff durch eine bereits vorhandene Stichflamme hindurchgedrückt wird und sich unmittelbar entzündet. Die hohe Temperatur der Stichflamme gestattet, die Kessel ohne Brennstoffvorwärmung in Betrieb zu nehmen.

Die Bauart der Kessel, bei denen die Verbrennungsluft direkt in die Kessel gedrückt wird, und diese daher vollkommen geschlossene Feuergeschränke besitzen, bedingte die Schaffung einer solchen Zündvorrichtung. Gleichzeitig hat damit auch die seit langem aus Sicherheitsgründen angestrebte Beseitigung der mit offenem Feuer brennenden Ansteckfackeln eine brauchbare Lösung gefunden. Die Zündvorrichtung läßt sich außerdem noch mit einer Sicherheitseinrichtung verbinden, durch die eine ausreichende Durchlüftung des Feuerraums vor dem Anstecken des Kessels sichergestellt und so jede Gefahr einer Explosion von möglicherweise im Feuerraum angesammelter Gase verhindert wird.

Deckshilfsmaschinen.

Während für Ladewinden in letzter Zeit elektrische Steuerungen auf verschiedener Grundlage entwickelt worden sind, haben auf diesem Schiff sämtliche Ladewinden an Stelle von elektrischen Steuerungen mechanische Regelbetriebe, Bauart Demag, erhalten. Ein solches Regelgetriebe besteht aus einer Anzahl von ständig im Eingriff stehenden Zahnrädern, die durch Schalten von Reibungskupplungen auf verschiedene Geschwindigkeiten gebracht werden können, die sich auf die Trommelwelle auswirken. An der Antriebswelle sitzt ein ständig durchlaufender Motor. Gleiche Regelgetriebe haben sechs auf dem Deck verteilte Ladekrane erhalten, die wegen ihrer Vorzüge immer mehr Verwendung finden, da sie, auf einer Säule angeordnet, weniger Decksfläche beanspruchen. Die Getriebewelle kann bei diesen Kranen noch auf das Schwenkwerk umgekuppelt werden. Ladewinden und Krane haben zum Anlassen des durchlaufenden Motors an Stelle des Anlassers einen neuartigen Anlaßschalter am Führersitz erhalten.

Die Ankerwinde wird in Zu- und Gegenschaltung mit einem Umformer gesteuert, indem die Ankerspannung des Motors nicht durch Einschalten von Widerständen in den Ankerstromkreis, sondern durch Veränderung der Spannung eines mit dem Motoranker in Reihe geschalteten Generators, der Zu- und Gegenschaltmaschine, geregelt wird. Zur Erzielung niedriger Drehzahlen des Motors wird die Generatorspannung gegen die Netzspannung geschaltet, so daß der Motoranker an der Differenzspannung zwischen derjenigen des Netzes und der des Generators liegt. Die hohen Drehzahlen ergeben sich, wenn die Netzspannung mit der Generatorspannung in Reihe geschaltet wird, wobei der Motoranker dann eine fast doppelte Spannung erhält.

Die Ankerwinde dient auch gleichzeitig als vorderes Verholspill. Daher muß die leere Trosse sehr schnell eingeholt werden können. Die hierzu erforderliche Drehzahlsteigerung wird durch mechanisches Umkuppeln und durch Feldschwächung beim Windenmotor bewirkt. Werden die hierfür vorgesehenen Stellungen der Steuerwalze auch bei belasteter Winde benutzt, so verstärkt ein zweites Relais das Motorfeld wieder.

Die auf dem Achterschiff aufgestellten Verholspille haben eine einfache Umkehrschaltung mit Doppelschlußmotor. Da das schnelle Einholen losgeworfener Trossen besonders wichtig ist, um sie nicht in die Schraube geraten zu lassen, ist auch hier eine wesentliche Steigerung der Einholgeschwindigkeit durch Drehzahlerhöhung bei unbelastetem Motor vorgesehen. Dies geschieht, wie bei der Ankerwinde, mittels Feldschwächung, die durch ein Relais geregelt wird.

Die Ruderanlage ist entsprechend der Schiffsgröße als Doppelanlage ausgebildet; d. h. es kann jeweils ein mechanisches Triebwerk mit angebautem Antriebsmotor mit dem Quadranten in Verbindung gebracht werden. Jeder Rudermotor wird durch einen Leonard-Satz geregelt. Das Erregen des Feldes vom Leonardgenerator geschieht durch eine angebaute Erregerdynamo, deren Nebenschlußfeld durch einen auf der Kommandobrücke aufgestellten Steuerschalter gesteuert wird. Das sanfte Anlaufen und Abstoppen des Rudermotors wird durch die Kompensationswicklungen der Maschinen unterstützt. Außerdem wird der Motor durch den Strom des Umformermotors kompoundiert und hierdurch sein Drehmoment für größere Rudermomente verstärkt.

Elektrowärme.

Die peinliche Sauberkeit der Küchen an Bord, die Bequemlichkeit bei der Zubereitung und die Pünktlichkeit bei der Fertigstellung der Speisen haben zu einem nicht unerheblichen Teil durch die Verwendung der elektrischen Heizung für dieses Gebiet eine Steigerung erfahren; und die Ausstattung eines Küchenbetriebs ohne die Verwendung der Elektrizität ist wohl heute kaum mehr denkbar.

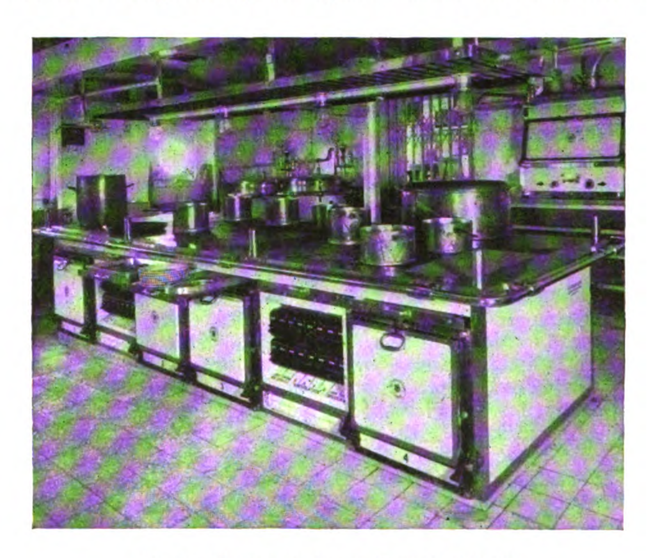


Abb. 9. Elektroherd in der Mannschaftsküche.

Dementsprechend sind an Bord der „Potsdam" etwa 345 kW allein für Wirtschaftsheizung aufgewendet.

Fünf Herde werden mit insgesamt 200 kW elektrisch geheizt (Abb. 9). Der Backofen für die Bäckerei hat 27 kW. Weiter sind vorhanden: zwei Kochkessel von je 150 l Inhalt und 50 kW, fünf Heißwasserspeicher von je 3,5 bis 10 l Inhalt und 1 bis 1,2 kW, ein Puddingkessel von 20 l Inhalt und 5,5 kW, vier Kaffeemaschinen von je 30 bis 40 l Inhalt und 9 bis 12 kW; außerdem, im Schiff verteilt, 30 Heißwasserkocher in Größen von 5 bis 80 l Inhalt und 0,6 bis 2,5 kW. Ein Toastrost braucht 9 kW, das Grillrost 8 kW, der Spießbrater 10 kW, eine Buchweizenkeksplatte 2,8 kW. Selbstverständlich ist auch für alle zum Küchenbetrieb gehörenden Zubereitungsmaschinen elektrischer Antrieb gewählt. Die elektrische Heizung der Wohnräume erfordert 835 kW. Die Verteilung der Leistung auf die verschiedenen Heizkörper ergibt sich wie in Zahlentafel 2 angegeben.

Zahlentafel 2. Anschlußwert der elektrischen Heizung.

	Zahl der Heizkörper	Anschlußwert kW
Kammern I. Kl. u. Touristen-Kl.	206	291
Besatzungskammern	102	158
Besatzungsräume, Betriebsräume u. dergl.	180	361,5
Maschinenräume	5	25
Insgesamt	493	835,5

Die verwendeten Heizkörper sind von der Bauwerft besonders für Schiffszwecke ausgebildet worden, und zwar unter Verwendung von Metallröhren mit eingebetteten Heizdrahtspiralen. Durch entsprechende Leitbleche ist für einen guten Luftwechsel innerhalb der Heizkörper gesorgt. Ebenso ist zur Abwendung jeglicher Brandgefahr Vorsorge getroffen, daß die Außentemperatur nicht mehr als 95 °C beträgt. Bei etwa auftretender Übertemperatur schaltet sich der Heizkörper durch eine auf Wärmewirkung aufgebaute Sicherung selbsttätig ab.

Beleuchtungsanlage.

Die Beleuchtungsanlage umfaßt etwa 5000 Glühlampen. Sie ist in die sogenannte Allgemeinbeleuchtung und die Notbeleuchtung unterteilt. Letztere sichert auch für den Fall einer schweren Betriebsstörung die Beleuchtung aller wichtigen Gänge und der Führungspunkte. Hierzu dienen auch Akkumulatoren-Notlampen. Zur Beleuchtung der Maschinen- und Kesselräume sind, bis auf den Maschinenleitstand, die Kesselfahrstände und die Hauptschalttafel, die nämlich zur Vermeidung jeder Blendung beim Beobachten der Instrumente mittelbar beleuchtet werden, vorwiegend Hochkerzenlampen verwendet. An der künstlerischen und architektonischen Ausgestaltung der Gesellschaftsräume ist die Wirkung des elektrischen Lichtes in hohem Maße beteiligt. Der Speisesaal, die Halle, der Rauchsalon werden indirekt beleuchtet. Es sind hier auf verschiedene Weise, unter Benutzung von großen, aus mehreren Lampen zusammengesetzten Anstrahlern und „Linestra"-Leuchtröhren reizvolle Lichtwirkungen erzielt, bei der eine besondere Gleichmäßigkeit der Lichtverteilung auffällt. In der Mitte des Hauptspeisesaals kann zur Erhöhung der Beleuchtungswirkung noch ein großer, von einem Säulenfuß getragener Anstrahler aufgestellt werden. Bei Anordnung der zahlreichen, der unmittelbaren Sicht entzogenen Glühlampen mußte eine gute Wärmeabführung besonders berücksichtigt werden. Die Wärmeabführung im oberen Teil der Räume wird daher durch einen langsam laufenden Langflügelfächer unterstützt. Die gesamte Beleuchtung der Gesellschaftsräume kann stromkreisweise und schlagartig im ganzen ein- und ausgeschaltet werden. Dasselbe gilt für die Außenbeleuchtung des Schiffes. Bei Filmvorführungen wird die Beleuchtung der Gesellschaftsräume über einen ferngesteuerten Saalverdunkler geschaltet, wie er bei der Saalbeleuchtung der Lichtspielhäuser üblich ist. Ausschließlich durch „Linestra"-Leuchtröhren erhellt wird die Turnhalle.

Bemerkenswert sind außerdem noch die Wasserdurchleuchtung des Schwimmbassins, die Beleuchtung des Promenadendecks durch neuartige Kugellampen, die des Sportplatzes durch Säulenleuchter mit Beleuchtungskörpern aus Ganzmetall in Lilienform und die Schornsteinanstrahlung.

Fernmeldeanlagen.

Eine besondere Gruppe von elektrischen Einrichtungen bilden die Fernmeldeanlagen für Befehlsübermittlung, für Überwachungs- und Verkehrseinrichtungen, wie sie auf dem Schiff in recht erheblichem Maß vorgesehen sind. Außer den allgemein auf Schiffen aus Gründen der Sicherheit zum Einbau gelangenden Anlagen dieser Art sind auf „Potsdam" besondere, durch die Eigenart des Schiffes bedingte Einrichtungen zu finden.

Eine Umdrehungsfernzeigeranlage mit Anzeigern im Maschinenraum, in der Kammer des leitenden Ingenieurs und im Steuerhaus dient dazu, die minutlichen Umdrehungen der Schraubenmotoren, bzw. der Schrauben selbst, feststellen zu können. Die Anzeiger im Hauptmaschinenraum sind auf der Leitstandstafel untergebracht, in einem Gehäuse vereinigt mit den Umdrehungszeigern für die Generatoren. Die von den Schrauben- bzw. Generatorwellen angetriebenen Geber sind Gleichstromdynamos, deren Spannung im Verhältnis zu den Umdrehungen der Antriebswellen stehen. Die Anzeiger selbst sind somit eigentlich Spannungsmesser.

Eine weitere Einrichtung dient zur Feststellung, ob die beiden Schrauben synchron laufen oder nicht. Hierzu wird von jeder Schraubenwelle ein Drehstromgenerator als Geber angetrieben. Die Ständer der Generatoren sind an ein Drehstromnetz angeschlossen. Die Läuferströme wirken auf einen als Phasenzeiger ausgebildeten Empfänger, der die jeweilige Stellung der beiden Schrauben zueinander anzeigt.

Der Schraubenschub wird durch magnetoelastische Druckmeßdosen festgestellt, die in die Drucklager eingebaut sind. Anzeigeinstrumente auf dem Leitstand lassen den auftretenden Schub bzw. Zug in der Welle erkennen. Durch ein Stabilometer wird die Stabilität der elektrischen Übertragung und ein Außertrittfallen der Maschinen angezeigt. Zur Überwachung der Maschinen und Kessel sind Temperaturmeßanlagen mit thermoelektrischen Anzeigern, Rauchgasprüfanlagen zur Bestimmung des CO_2-Gehalts, Salzgehaltmesser zur Bestimmung des Salzgehalts des Kesselspeisewassers und eine Fernanzeigeanlage für die Kesselwassermengen eingebaut.

Warnanlagen sind vorhanden für die Kesselüber- und -untertemperaturen, Höchst- und Niedrigststand von Speisewasser- und Schmieröltanks, Übertemperatur und Überlauf im Heizöltank, Übertemperatur am Naßdampferzeugeraustritt, für den Heizölsetztank, wenn Wasser statt Öl in den Kessel eintritt, und für Schmierölumlaufüberwachung. Für den selbsttätigen Kesselregelbetrieb ist eine Meldelampentafel vorgesehen, an der erkennbar ist, wieviele Brenner jedes Kessels jeweils in Betrieb sind. Durch diese umfangreichen Warnanlagen wird jede Unregelmäßigkeit im Maschinenbetrieb rechtzeitig dem Bedienungspersonal zur Kenntnis gebracht.

Der Jessen-Heuler mit tiefem Ton (75 Hz) ist hier im Bug des Schiffes eingebaut, so daß die starken Signaltöne für Fahrgäste und Schiffsleitung nicht störend wirken. Beachtenswert bei der Feuermeldeanlage ist noch, daß mit dem Betätigen eines Feuermelderdruckknopfes gleichzeitig alle Lüfter, in deren Bereich der Feuermelder sich befindet, abgeschaltet werden; um jeden Luftzug, durch den ein im Entstehen begriffener Brand noch mehr entfacht werden könnte, aufzuheben.

Vorschriften und Bestimmungen.

Für die Ausführung der elektrischen Anlagen sind die „Vorschriften für die Einrichtung und den Betrieb elektrischer Anlagen auf Handelsschiffen", wie sie vom Handelsschiff-Normen-Ausschuß (HNA) ausgearbeitet und in einem Normensammelwerk festgelegt worden sind, maßgebend gewesen. Der HNA hat nach Erfahrungen mit verschiedenen Anlagesystemen erkannt, daß nach zweckentsprechender Ausbildung der Armaturen auch bei der auf 220 V erhöhten Betriebsspannung das einpolige Anlagesystem hinsichtlich Sicherheit, Einfachheit und Niedrigkeit der Gestehungskosten das günstigste ist. Er hat daher das einpolige Anlagesystem auf deutschen Handelsschiffen zur Norm erhoben. Die Betriebssicherheit wird durch die Einfachheit und Übersichtlichkeit in den Leitungsanlagen und Schaltanlagen verbürgt, wobei die einpolige Anlage sich sehr viel leichter als andere Anlagesysteme instand und schlußfrei halten läßt. Zur Sicherheit von Fahrgästen und Besatzung ist durch Erdung sämtlicher Verbraucher, insbesondere auch der beweglichen Verbraucher, soweit



sie nicht aus Isolierstoff bestehen, dafür gesorgt, daß sie bei auftretenden Beschädigungen dem Schiffskörper gegenüber keine Spannung aufnehmen können. Auch bei isoliert verlegten Kabelleitungen ist es bei Auftreten von Schluß nicht möglich, einen Schlag zu erhalten, weil bei sämtlichen Kabeln für 220 V und darüber die Bleimäntel geerdet sind. Diese Erdung der Bleimäntel trägt auch zur Sicherung gegen Feuersgefahr bei, weil nämlich so beim Auftreten eines Isolationsfehlers ein wirksames Auslösen der Sicherungen wirklich gewährleistet ist. Weitere Maßnahmen zur Erhöhung der Feuersicherheit sind Ersetzen der mit getränkter Jute umflochtenen Kabel durch solche mit Stahldrahtumflechtung und Anwendung von besonders ausgebildeten Durchführungen für Kabel und Leitungsbündel durch wasserdichte und Feuerschotten, sowie durch die Decks.

Die elektrischen Anlagen des Ostasiendampfers „Scharnhorst".

621. 3: 629. 123

Übersicht. Die elektrischen Einrichtungen des Schnelldampfers „Scharnhorst" des Norddeutschen Lloyd werden beschrieben, wobei besonders auf die Hauptmaschinen und auf die Schraubenmotoren eingegangen wird[1]).

Die „Scharnhorst" ist mit ihren beiden, zur Zeit noch im Bau befindlichen Schwesterschiffen „Gneisenau" und „Potsdam"[2]) dazu bestimmt, den großangelegten neuen Schnelldampferdienst des Norddeutschen Lloyd nach Ostasien mit eigenen Schiffen durchzuführen. Für die drei neuen Schiffe, die einerseits gut räumende Frachtschiffe, anderseits neuzeitliche, höchsten Ansprüchen genügende Fahrgastdampfer sein müssen, wurde die Frage des Antriebs einer besonders eingehenden Prüfung unterzogen, weil nicht nur Rücksicht auf niedrige Betriebskosten, sondern auch auf das Wohlbefinden der Fahrgäste genommen werden mußte. Die Erfahrungen bei ausländischen Schiffen der Ostasienlinie haben gezeigt, daß der Dieselmotor dem Dampfantrieb auf dieser Linie überlegen ist; da aber wegen der festgesetzten Fahrzeit bzw. Geschwindigkeit eine im Verhältnis zur Schiffsgröße erhebliche Maschinenleistung erforderlich war, hatte man doch Bedenken gegen den Dieselantrieb. Es hat sich nämlich gezeigt, daß bei anderen Großschiffen die durch die auf- und abgehenden Massen der Großdieselmaschinen erzeugten Geräusche und Schwingungen nicht beseitigt werden konnten, so daß sich einige ausländische Reedereien entschlossen haben, die auf einigen ihrer großen Fahrgastschiffe eingebauten Großmotorenanlagen durch Dampfturbinen zu ersetzen. Trotz der wirtschaftlichen Überlegenheit des dieselmotorischen Antriebs wählte man daher für die „Scharnhorst" Dampfturbinenantrieb. Da aber bei reinem Turbinenantrieb durch die Übersetzungsgetriebe bisweilen störende (singende) Geräusche hervorgerufen werden, gab man dem ohne Rädergetriebe arbeitenden turboelektrischen Antrieb den Vorzug.

Bei dieser Antriebsart ergeben sich gegenüber dem reinen Turbinenantrieb einige wichtige Vorteile. Beim reinen Turbinenantrieb arbeitet die Turbine über ein Übersetzungsgetriebe auf die Schraube; will man z. B. bei einem Zweischraubenschiff dieser Bauart mit halber Kraft fahren, so muß man entweder nur mit einer Schraube bei Vollast der betreffenden Turbine fahren (was man auf längeren Strecken begreiflicherweise nicht gern tut), oder man fährt mit beiden Schrauben, wobei jede der beiden Turbinen nur halb belastet und deshalb mit erheblich schlechterem Wirkungsgrad arbeitet. Beim turboelektrischen Antrieb ist man dagegen ohne weiteres in der Lage, durch entsprechende Schaltung die in einem (voll belasteten) Turbogeneratorsatz erzeugte elektrische Energie auf beide Schraubenmotoren gleichmäßig zu verteilen, so daß bei Fahrt mit halber Kraft beide Propeller mit halber Kraft arbeiten, während die eine Turbine voll belastet ist und daher mit bestem Wirkungsgrad arbeitet. Wichtig ist auch noch, daß beim turboelektrischen Antrieb durch den Fortfall der Getriebeanlage und der Rückwärtsturbinen samt ihren umfangreichen Nebenanlagen eine bedeutende Vereinfachung im Aufbau und in der Bedienung und Instandhaltung der Maschinenanlage erreicht wird. Die Ausführung des turboelektrischen Antriebs wurde von der Werft der Weser AG. in Bremen der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft übertragen.

Hauptmaschinenanlage.

Jeder der zwei Hauptturbogeneratoren leistet bei Vollast 10 000 kW, bei Überlast 12 500 kW, die Drehzahl beträgt 3120 U/min bei einer Spannung von 3120 V; für die verlangten Leistungen kam nur Drehstrom in Betracht; diese Spannung wurde gewählt, um bereits entwickelte Schalteinrichtungen verwenden zu können. Jeder Turbogenerator besteht aus einer mehrstufigen AEG-Räder-Kondensationsturbine und einem fest damit gekuppelten zweipoligen Drehstromgenerator; die Turbinen sind — mit Rücksicht auf höchste Betriebssicherheit, einfachen Aufbau, schnelle Betriebsbereitschaft, geringe Raumbeanspruchung und hohe Wirtschaftlichkeit — eingehäusige, einflutige Gleichdruckturbinen, mit denen der AEG zahlreiche Erfahrungen aus den letzten Jahren zur Verfügung standen. Den Turbinen kann bei Vollfahrt Anzapfdampf von 16,6 und 4,1 at abs. Druck für die Speisewasservorwärmer entnommen werden. Die Turbinenläufer bestehen aus einer glatten Welle mit einzeln aufgeschrumpften Rädern (Abb. 1). Jede Hauptturbine hat 13 Stufen, die ersten sieben Räder sind mittels zylindrischer Buchsen und radialer Bolzen auf die Welle aufgeschrumpft, um

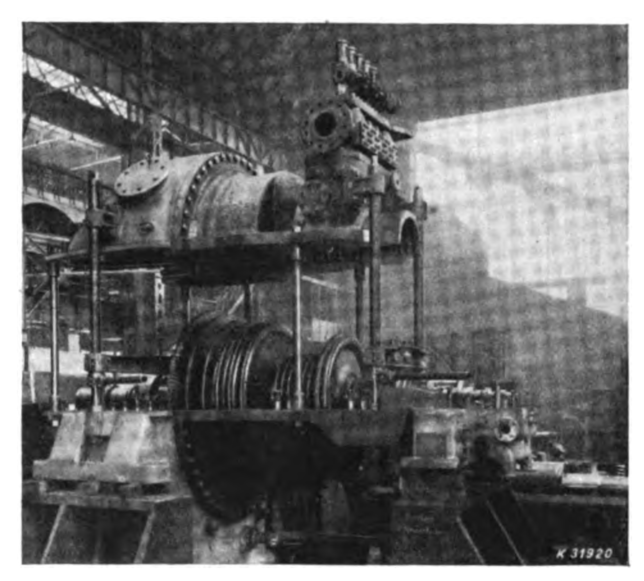


Abb. 1. Hauptturbine, Oberteil abgehoben.

auch bei raschem Anfahren, also großem Erwärmungsunterschied zwischen Rad und Welle, zu verhindern, daß die Räder lose werden; die sechs Niederdruckräder sind mittels kegeliger Buchsen aufgeschrumpft. Um die Betriebssicherheit zu erhöhen, ist zwischen stillstehenden und umlaufenden Teilen reichliches Spiel vorgesehen — axial beträgt das Schaufelspiel mindestens 2 mm, radial mindestens 4 mm; sämtliche Stopfbuchsen sind Labyrinthstopfbuchsen. Das Turbinengehäuse besteht im Hochdruckteil aus Stahlguß, im Abdampfteil aus Heißdampfgußeisen.

Da die Schraubenmotoren als Synchronmotoren ausgeführt sind, muß die Drehzahlregelung an den Turbinen vorgenommen werden. Die Regelung erfolgt vom Manövrierstand aus und ist so ausgebildet, daß jede Drehzahl von 750 bis 3360 U/min eingestellt werden kann. Die Drehzahländerungen erfolgen durch Handhebel und Gestänge, welche die Verstellvorrichtung am Drehzahlregler betätigen; der Drehzahlregler selbst hält die jeweils eingestellte Drehzahl innerhalb seines eigenen Ungleichförmigkeitsgrades gleich. Als Drehzahlregler dient ein Fliehkraftregler, dessen Federspannung durch einen Steuer-

[1]) Nach E. Foerster, Werft Reed. Hafen 16 (1935) S. 167, und P. Biedermann und C. Ulrichs, Schiffbau 36 (1935) S. 139.
[2]) Siehe S. 809 dieses Heftes.

kolben verändert wird. Sicherheitsvorrichtungen, die einesteils durch Überdrehzahl, anderseits durch absinkenden Öldruck und unzulässigen Druckanstieg im Kondensator ausgelöst werden, sind in ausreichender Zahl vorhanden, sie betätigen die Schnellschlußventile in der Frischdampfleitung und an den Entnahmestellen, ferner die Rückschlagventile in den Entnahmeleitungen zur Speisewasser-Vorwärmeanlage. Zur Ölversorgung hat jede Hauptmaschine zwei angebaute Zahnräderpumpen als Hauptölpumpen; außerdem ist eine Hilfsölpumpe vorgesehen, die bei absinkendem Öldruck selbsttätig anläuft.

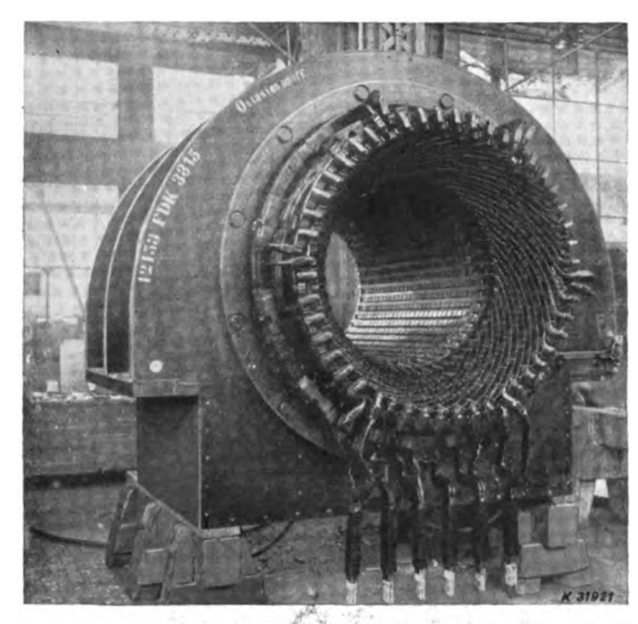


Abb. 2. Gehäuse eines Hauptgenerators.

Jede der beiden Hauptturbinen hat einen zweiflutigen Oberflächenkondensator von 950 m² Kühlfläche, die querschiffs so angeordnet sind, daß die einzelnen Rohre ohne Schwierigkeit ausgewechselt werden können. Zu jedem dieser Kondensatoren gehören: eine stehende Turbo-Kühlwasserpumpe, eine stehende, elektrisch angetriebene Kondensatpumpe, ein Dampfstrahlluftsauger als Luftpumpe und außerdem (als Reserve für beide Hauptmaschinen gemeinsam) eine weitere Kondensatpumpe.

zur Stirnseite ohne Lötverbindung möglich ist. Die Wicklung besteht aus zwei Leitern je Nut, sie sind unterteilt, die Teilleiter sind verseilt; als Isolation wurde Mika verwendet, die Kupferleiter wurden bei hoher Temperatur mit diesem Baustoff umpreßt. Die Läuferwelle (Abb. 3) ist ein Schmiedestück aus bestem Stahl von einfachster Formgebung und deshalb zuverlässigster Beschaffenheit; zur Isolation der Kupferleiter im Läuferkörper dienen U-förmige Kappen aus Mikanit. Die Feldspulen sind aus Flachkupfer auf Sondermaschinen gewickelt; die Spulenköpfe legen sich außen gegen eine auf der Welle angebrachte antimagnetische Stahlkappe. Die Kühlluft läuft überall in geschlossenem Kreislauf um, sie wird in Kühlern, die unterhalb des Generators angeordnet sind (Abb. 4), rückgekühlt.

Der Unterbau der Hauptturbogeneratoren ist vom Doppelboden aus als Plattform hochgebaut und ist völlig

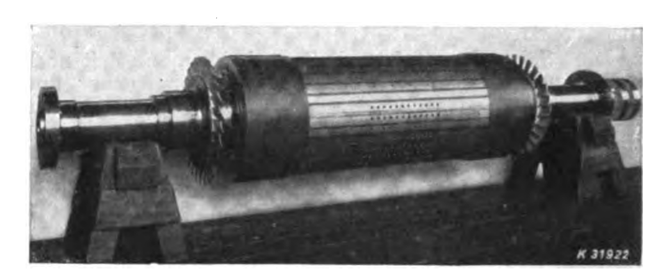
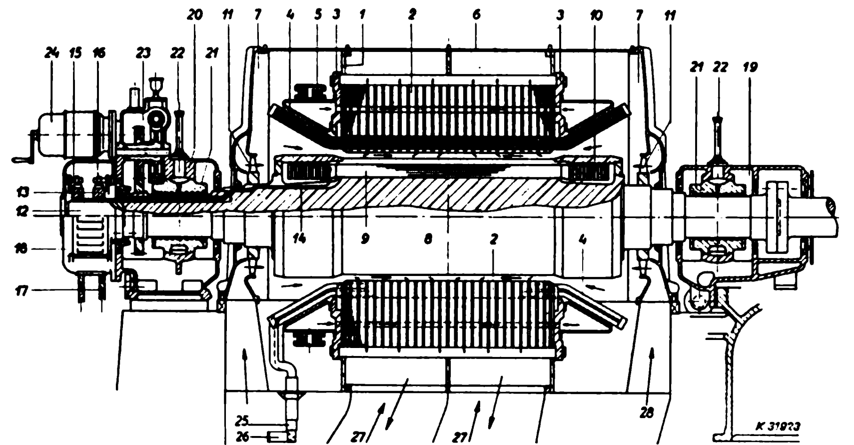


Abb. 3. Läufer eines Hauptgenerators.

unabhängig von der Schiffskonstruktion; so werden alle Erschütterungen, die von den Hauptmaschinen ausgehen, vom Doppelboden aufgenommen und damit vom Oberschiff ferngehalten.

Wie schon erwähnt, sind die Hauptmotoren Synchronmotoren, sie wurden aus Gründen höchster Betriebssicherheit gewählt. Der Synchronmotor kann mit erheblich größerem Luftspalt zwischen Ständer und Läufer gebaut werden als der Asynchronmotor. Damit wird auch die Gefahr des Anstreifens bei etwaigen Lagerschäden oder bei Verlagerungen infolge eines Schiffsschadens verringert. Im allgemeinen wird jeder Schraubenmotor von dem Generator seiner Schiffsseite gespeist, es besteht also normalerweise keine elektrische Verbindung zwischen den Drehstromkreisen der beiden Seiten. Bei langdauernder verminderter Fahrt können jedoch beide Motoren wahlweise auf einen Generator geschaltet werden, während der



1 Gehäuse
2 Schichtung
3 Preßdeckel
4 Stab
5 Umleitung
6 Verschalung
7 Schutzkappe
8 Induktor-Welle
9 Spule
10 Ind.-Kappe
11 Lüfter
12 Schleifring-Stummel
13 Schleifring
14 Schleifringzuleitung
15 Bürstenträger
16 Bürstenhalter
17 Erregerkabel
18 Haube
19 Mittellager
20 Endlager
21 Lagerschale
22 Thermometer
23 Ind.-Drehvorrichtung
24 Motor zur Drehvorrichtung
25 Hauptstrom-Ausleitung
26 Neutrale
27 Warmluftkanal
28 Kaltluftkanal

Abb. 4. Schnitt durch einen Hauptgenerator.

Die Hauptgeneratoren haben vollständig geschlossenes Gehäuse (Abb. 2), der aus Sonderdynamoblechen geschichtete Kern ruht in einem aus Schmiedeeisen geschweißten Gestell und ist von einem Blechmantel umgeben, nach dessen Wegnahme der Stromerzeuger ringsherum freiliegt, so daß er bequem besichtigt, gereinigt oder überholt werden kann. In die Bohrung der Endschilder beim Durchtritt der Welle, in die Trennfugen und Sitzflächen wird nach AEG-Patenten Druckluft geleitet, so daß Staub, Schmutz, Öl oder Öldunst nicht eingesaugt werden können. Die Ständerwicklungen sind sterngeschaltet mit herausgeführtem Sternpunkt; sie liegen in offenen Nuten, so daß der Übergang der Leiter vom Kern

andere Generator stillgelegt wird. Beim Betrieb beider Schrauben von einer Turbine aus können die Schrauben nur mit gleicher Drehzahl, aber mit gleicher oder verschiedener Drehrichtung laufen, ebenso kann eine Schraube stillstehen, während die andere vorwärts oder rückwärts läuft.

Gehäuse und Lagerschilder der Schraubenmotoren sind aus Stahlblechen und Walzprofilen elektrisch geschweißt; das im Gehäuse angebrachte Ständereisen enthält am inneren Umfang in offenen Nuten die Ständerwicklung. Der Läufer besteht aus einem aus Stahlblechen zusammengeschweißten Tragstern und dem axial geteilten Stahlgußring zur Aufnahme der Pole (Abb. 5). Die 48 Pole

sind aus Dynamoblechen aufgebaut; in den Polköpfen befinden sich die Nuten zur Aufnahme der aus blanken Messingstäben bestehenden Asynchron-Kurzschlußwicklung. Die Hauptmotoren werden von je zwei elektrischen Lüftern gekühlt, die die warme Luft aus den Motoren ab-

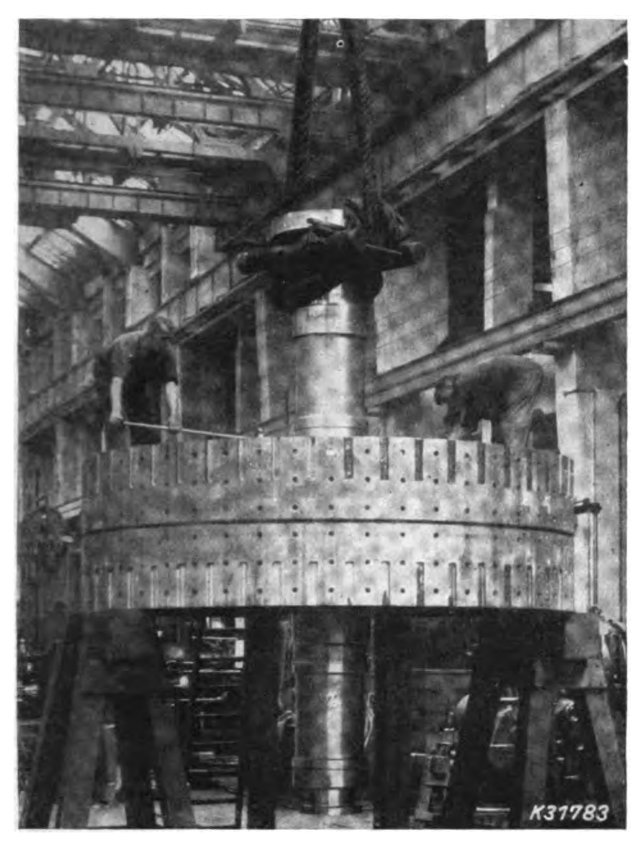


Abb. 5. Rotor eines Schraubenmotors.

saugen und sie durch seewassergekühlte Luftkühler drücken. Das Anfahren der Motoren erfolgt bei etwa ¼ der vollen Turbinendrehzahl; der Generator wird übererregt, wobei der Motor asynchron anläuft, hierauf wird der Motor synchronisiert und die Generatorerregung auf ihren normalen Wert herabgesetzt. Dann kann durch den Drehzahl-Regelungshebel die gewünschte Drehzahl eingestellt werden. Alle Schaltungen im Drehstromteil erfolgen in unerregtem Zustand der Maschinen und bei verminderter Turbinendrehzahl; dabei werden Fehlschaltungen durch mechanische Verriegelung der Manövrierhebel gegeneinander unmöglich gemacht. Für jede Seite ist ein Tirrillregler vorgesehen, um den Generator-Erregerstrom der jeweiligen Motorbelastung (verschiedene Fahrstufen, Seegangschwankungen) anzupassen. Um die elektrische Anlage gegen alle möglichen Zufälle zu schützen, sind elektrische Sicherheits- und Alarmvorrichtungen vorgesehen gegen: Kurzschlüsse oder Leitungsunterbrechungen, Erdschluß, dauernde Übererregung der Generatoren, Störungen an den Erregerumformern, Außertrittfallen und gegen Kühlluftmangel. Die Abb. 6 zeigt noch den Schraubenmotor auf dem Prüfstand.

Ruderanlage und elektrische Hilfsmaschinen.

Der Antrieb des Steuerruders erfolgt durch eine elektrisch betriebene Quadrant-Ruderanlage; am Ruderquadrant greifen zwei gleich große Triebwerke an, von denen immer eines als Ersatz dient. Durch je eine Fernsteuerung werden beide Triebwerke unabhängig voneinander von der Brücke aus betätigt. Jedes Triebwerk vermag das Ruder bei vollbeladenem Schiff und voller Kraft voraus in 30 s von hart zu hart zu legen; als Notsteuerung ist eine Hilfspinne vorgesehen. Die Anker-, Ankerspill- und Verholeinrichtungen werden elektrisch angetrieben; die beiden Buganker haben ein Gewicht von je 6 t, der zugehörige Motor leistet 110 PS bei 600 U/min.

Der Gleichstrom für das Versorgungsnetz des Schiffes und die Erregung des turboelektrischen Antriebes wird von vier im Turbinenraum aufgestellten Gleichstrom-Nebenschluß-Generatoren von je 675 kW Leistung erzeugt bei 230 V und 700/1500 U/min, sie werden angetrieben durch AEG-Hochdruck-Getriebeturbinen. Für den Hafenbetrieb und für besondere Fälle sind außerdem 2 Gleichstrom-Nebenschluß-Generatoren vorgesehen, die durch kompressorlose Dieselmotoren angetrieben werden und je 350 kW leisten, bei 230 V und 400 U/min. Außerdem ist eine Notdynamo von 75 kW Leistung vorhanden, die ebenfalls von einem Dieselmotor angetrieben wird. Zwei Gleichstrom-Wechselstrom-Umformer liefern den für die Kommando- und Fernmeldeanlagen erforderlichen Gleich- und Wechselstrom, einer von ihnen dient stets als Ersatz. Für die Synchronuhrenanlage sind zwei besondere Umformer vorgesehen.

Für alle diese Anlagen sind außerdem drei Akkumulatorenbatterien vorhanden, jede für 24 V und 222 Ah; eine dieser Batterien ist jeweils in Betrieb, die zweite in Bereitschaft, die dritte wird geladen. Schließlich ist noch ein Gleichstrom-Wechselstrom-Notumformer zu erwähnen, dessen Motor von diesen Batterien gespeist wird, er dient zum Notbetrieb der wichtigsten mit Wechselstrom gespeisten Kommandoanlagen. Die Turbo- und Dieseldynamos haben selbsttätige Höchst- und Rückstromausschalter; die Hauptverteilungstafel kann sowohl von der Turbinen- als auch von der Dieselzentrale gespeist werden.

Das Leitungsnetz ist einpolig verlegt, die Leitungen sind nach den beiden Schiffsseiten unterteilt und getrennt verlegt. Die Lichtanlage ist unterteilt in allgemeine Beleuchtung, Notbeleuchtung und 24 V-Beleuchtung für besonders wichtige Räume. Alle Beleuchtungskörper werden über Kabelringleitungen gespeist, in die in bestimmten Abständen Elfa-Automaten eingebaut sind. Die 24 V-Notbeleuchtung stellt in den Turbinen-, Schraubenmotoren-, Kessel- und Hilfsmaschinenanlagen eine notdürftige Beleuchtung sicher; sie wird aus den erwähnten Akkumulatorenbatterien gespeist. Für ausreichende Außenbord- und Bootsdeckbeleuchtung durch Flutlichtstrahler und hochkerzige Lampen ist gesorgt, um den Rettungsdienst bei Nacht zu erleichtern.

Eine umfangreiche elektrisch betriebene Kühlanlage sorgt für Kühlung von Ladung und Mundvorrat, Klareiserzeugung, Trinkwasserkühlung und für Kälteversorgung der zum Wirtschaftsbetrieb erforderlichen Kühlschränke.

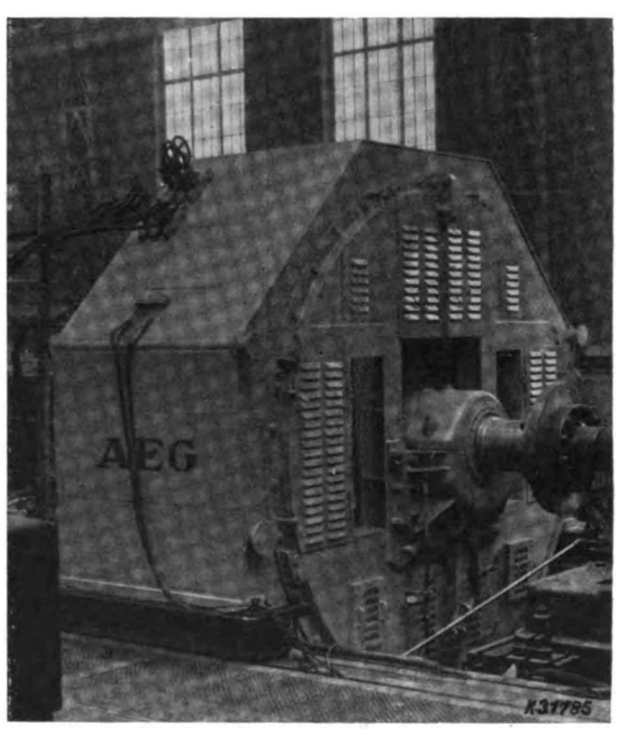


Abb. 6. Schraubenmotor im Prüffeld.

Die Kühlmaschinenanlage arbeitet mit CO_2 als Kühlmittel, sie ist in drei Maschinensätze aufgeteilt, bei Ausfall eines Verdichters kann von jedem Maschinensatz Kältemittel an jeden anderen Verdampfer abgegeben werden.



Navigations- und Funkanlage.

Außer drei Magnetkompassen ist eine Kreiselkompaßanlage eingebaut, es ist eine „Anschütz-Feinmeßkompaßanlage", bei der durch Röhrenverstärkung eine Vervielfachung der Anzeigegenauigkeit erreicht wird. Zur Messung der Wassertiefe unter dem Schiffskiel ist ein Hochfrequenzradiolot, Bauart Debeg, vorhanden; das Gerät hat einen Tiefenmeßbereich von 1 bis 300 m, es wird in der Sekunde 10mal gelotet; die Lotanlage wird aus einer besonderen Batterie betrieben.

Die Funkanlage besteht aus einem Langwellensender mit einer Oberstrichleistung von 800 W für tonlose und tönende Telegraphie und Telephonie für einen Wellenbereich von 500 bis 3000 m; ferner ist ein Kurzwellensender mit 70 W Oberstrichleistung mit durchgehendem Wellenbereich 15 bis 66 m und ein Sender von 90 bis 200 m für den Funksprechbetrieb auf kurze Entfernungen eingebaut. Schließlich ist noch ein Notsender aufgestellt, der auf Welle 600 m arbeitet und aus einer Sonderbatterie gespeist wird.

Von den zehn Rettungsbooten haben zwei je eine Funkanlage und Scheinwerfer an Bord; diese beiden Boote sind mit Benzinmotoren ausgerüstet. Als drahtlose Empfänger sind Einheiten für Kurz- und Langwellen vorgesehen, ferner ein Überwachungsempfänger mit durchgehendem Wellenbereich von 15 bis 20 000 m. Ein Telefunkenpeiler ist zur Unterstützung der Navigation auf der Brücke eingebaut.

Eine Großschallanlage mit 16 Lautsprechern dient der Unterhaltung der Fahrgäste. Es ist die größte bisher in ein Schiff eingebaute Anlage, sie ermöglicht Musikübertragung, Schallplattenwiedergabe und Rundfunkempfang.

Zusammenfassung.

Auf der „Scharnhorst" sind also neben den Hauptmaschinen auch die Hilfsmaschinen weitestgehend für elektrischen Betrieb eingerichtet. Alle wichtigen Maschinen und Einrichtungen sind doppelt vorhanden, wobei stets die eine — unabhängig von der anderen — für den Betrieb ausreicht. Die Schaltanlage ist so eingerichtet, daß bei etwaigem Ausfall einzelner Maschinen einfach umgeschaltet werden kann, so daß der Gesamtbetrieb nicht gestört wird.

Fr. Zipfel, Berlin.

Dieselelektrischer Schiffsantrieb.

Von Marinebaurat a. D. Georg Mitzlaff, Mannheim.

621. 34: 629. 12

Übersicht. Nach einem kurzen Überblick über den Stand des elektrischen Schiffsantriebes und besonders des dieselelektrischen Schiffsantriebes wird ein Hinweis auf ein besonders aussichtsreiches Gebiet des dieselelektrischen Schiffsantriebes, den „Schlepper", gegeben.

Über den Wert der elektrischen Übertragung für den Antrieb großer Schiffe wird man sich auch bei uns in Deutschland in kurzer Zeit ein objektives Bild machen können, wenn erst die drei für den Ostasiendienst des Norddeutschen Lloyd gebauten Schiffe[1]) ihren regelmäßigen Betrieb aufgenommen haben und praktische Betriebsergebnisse vorliegen, die über die wirtschaftlichen und betrieblichen Fragen aufschlußreiche Antworten geben werden. Von besonderem Wert ist es, daß das dritte Schiff, das mit den beiden anderen turboelektrisch angetriebenen im gleichen Fahrplan fahren soll, als Getriebeturbinenschiff gebaut ist; auf diese Weise wird ein wirklich einwandfreier Vergleich möglich sein.

Für Schiffe großer Leistung ist die dieselelektrische Übertragung noch nicht zur Ausführung gekommen, trotzdem die zu erwartenden Vorteile nicht geringer sind als bei turboelektrischem Antrieb. Soweit man die auf eine Schraube zu übertragende Leistung nicht direkt ohne Übersetzung in einem Dieselmotor erzeugen konnte, hat man bisher mehrere Dieselmotoren durch Zahnradübertragung oder mit Vulkankupplung (Flüssigkeitskupplung in Verbindung mit Rädergetriebe) auf die Antriebswelle arbeiten lassen. Beide Ausführungen haben den Nachteil gemeinsam, daß die Dieselmotoren unmittelbar um die Wellen angeordnet werden müssen und daß die Zahl der Einheiten, deren Leistung demgemäß auf eine Schraube übertragen werden kann, gering ist. Bei starrer Kupplung der Dieselmotoren mit einem Rädergetriebe pflegt die Lebensdauer der Getriebe nicht groß zu sein, und die Vulkankupplung hat der dieselelektrischen Drehstromübertragung gegenüber, besonders bei kleinen Belastungen, im Wirkungsgrad keine Vorteile. Bei dieser Sachlage ist zu hoffen, daß bald die Ausführung eines großen Seeschiffes mit dieselelektrischer Drehstromübertragung erfolgen wird, nachdem ein zweckmäßiges und einfaches Anlaß- und Manövrierverfahren hierfür, worüber ich in dieser Zeitschrift[2]) bereits berichtet habe, geschaffen ist.

Von Schiffen mittlerer Leistung, die dieselelektrischen Antrieb haben, sind besonders die von Brown Boveri ausgerüsteten finnischen Panzerschiffe zu erwähnen, über die im Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft[3]) kurz berichtet wurde. Die Schiffe haben bei einer Leistung von 2 · 2000 PS eine Gleichstromübertragung. Die Steuerung kann mit elektropneumatischer Übertragung von der Brücke oder vom Maschinistenstand aus erfolgen. Die Anlagen haben in jeder Beziehung wirtschaftlich, betrieblich und in bezug auf Betriebssicherheit einwandfrei gearbeitet und können als voller Erfolg gebucht werden.

Am meisten hat sich der dieselelektrische Antrieb auf kleineren Schiffen eingeführt, und zwar für diese kleinen Leistungen ausschließlich mit Gleichstrom. Besonders dort, wo für Nebenzwecke (Pumpenschiffe, Bergungsschiffe, Feuerlöschboote u. ä.) verhältnismäßig große Leistungen gebraucht werden, versteht sich die elektrische Übertragung von selbst, da für den Betrieb dieser Nebenanlagen, die meistens nur bei Stillstand oder geringer Fahrt gebraucht werden, dann die Leistung der Hauptmaschinen herangezogen werden kann.

Aber auch für den Antrieb von Radschiffen ohne solche Nebenzwecke hat sich die dieselelektrische Übertragung bewährt. Die elektrische Übertragung auf die Welle des das Schiff antreibenden Räderpaares ist ohne weiteres mit Stirnrädern möglich, während der direkte Antrieb vom Dieselmotor auf diese Welle nur durch Kegelräder erfolgen könnte, was trotz der auch bei der Herstellung von Kegelrädern gemachten Fortschritte unbedingt als Nachteil angesehen werden muß.

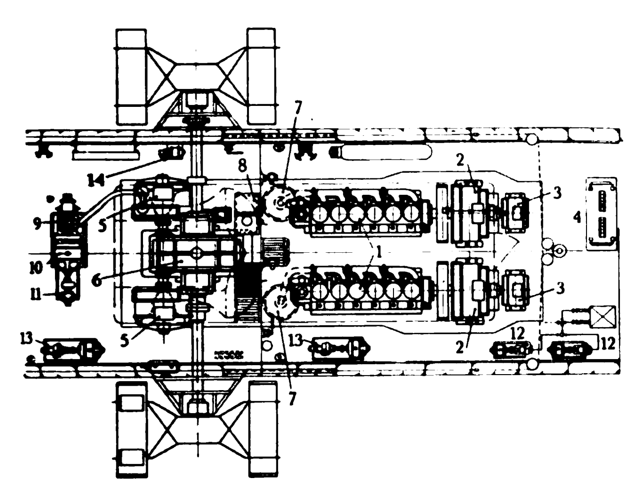
In diesem Zusammenhang sei der Umbau des auf dem Genfer See verkehrenden Salondampfers „Genève" erwähnt[4]). Abb. 1 zeigt die Anordnung der Maschinen dieses Schiffes. Abgesehen davon, daß sich eine um 30 % größere Leistung auf einem um 4,85 m in der Länge verringerten Raum einbauen ließ und daß die Ausgaben für Brennstoffe trotz erhöhter Geschwindigkeit erheblich gesenkt werden konnten, hat sich auch hier die von der Brücke aus erfolgende Steuerung der Maschinenanlage als für die Schiffsführung außerordentlich wertvoll gezeigt.

Auch für Voith-Schneider-Propeller ist der dieselelektrische Antrieb mit Erfolg angewendet worden, wenngleich hier die mit dem Propeller unmittelbar verbundenen weit achtern liegenden schweren Gewichte des Elektromotors in manchen Fällen Schwierigkeiten machen. Um die von allen Propellern hervorgerufenen Schwingungen des Schiffskörpers auf ein Mindestmaß zu verringern, hat man auf einigen Schiffen mit mechanisch angetriebenen Voith-Schneider-Propellern elektrische Synchronisiereinrichtungen eingebaut. Diese Einrichtungen ermöglichen es, die gegenläufigen Propeller in bestimmter Stellung zueinander mit genau gleicher Drehzahl umlaufen und hierdurch einen großen Teil der Schwingungsimpulse sich gegenseitig aufheben zu lassen. Auf der

[1]) Siehe S. 809 u. S. 815 dieses Heftes.
[2]) ETZ 53 (1932) S. 1146.
[3]) Jb. Schiffbautechn. Ges. Bd. 34 (1933) S. 163.
[4]) Schweiz. Bauztg. 104 (1934) S. 203.



diesjährigen Tagung des VDE in Hamburg[5]) wurden Vibrogramme gezeigt, die auf dem Bodenseeschiff „Augsburg" der Deutschen Reichsbahn mit und ohne Einschaltung der Synchronisiereinrichtung aufgenommen sind, und die den erzielten Erfolg deutlich vor Augen führen. Dieselbe Wirkung läßt sich bei elektrischer Übertragung durch Gleichschaltung der Propellermotoren erzielen, und es ist zu erwarten, daß auf allen elektrisch angetriebenen Schiffen, auf denen von der Schiffsschraube erzeugte Schwin-



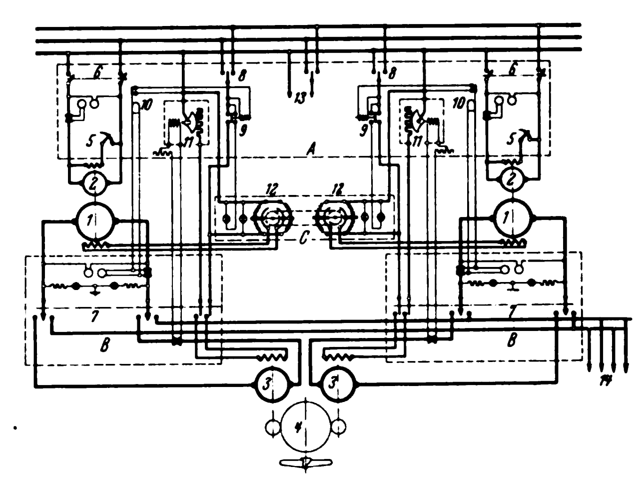
1 Dieselmotor
2 Hauptgenerator
3 Hilfs- und Erregergenerator
4 Schaltschrank
5 Antriebs-Elektromotoren
6 Zahnradgetriebe
7 Auspufftopf
8 Brennstoffbehälter
9 Hilfsmotor, 25 PS
10 Hilfsgenerator
11 Hilfskompressor
12 Kühlwasserpumpe
13 Lenzpumpe
14 Brennstoff-Förderpumpe

Abb. 1. Anordnung der Maschinenanlage des Salondampfers „Genève".

gungen des Schiffskörpers auftreten, von diesen einfachen Möglichkeiten Gebrauch gemacht werden wird, was nach den vorliegenden Berichten z. B. auf der „Normandie" noch nicht der Fall zu sein scheint. Es ist auch weiter anzunehmen, daß bei Schiffen, die mit mechanischer Übertragung durch Schraube angetrieben werden, von der Möglichkeit der praktischen Beseitigung von Schwingungen durch elektrische Gleichlaufeinrichtungen zunehmender Gebrauch gemacht werden wird.

Zum Schlusse möchte ich noch auf eine sehr aussichtsreiche Möglichkeit der Anwendung dieselelektrischen Schiffsantriebes aufmerksam machen, von der besonders bei uns in Deutschland noch kaum Gebrauch gemacht worden ist: auf den Schlepper, und zwar ist es gleichgültig, ob er mit Schraube oder Rad angetrieben wird. Der Schlepper soll in ruhigem Wasser oder mäßigem Strom einen großen Anhang mit mäßiger Geschwindigkeit schleppen, mit mäßigem Anhang in starkem Strom mit großer Geschwindigkeit, und sich ohne Anhang mit noch größerer Geschwindigkeit an den Ort seiner Verwendung begeben. Ähnliche Verhältnisse liegen für den Eisbrecher vor. Wenn er, wie alle normalen Schlepper, eine starre Übertragung vom Motor auf die Schraube hat, so kann er seine volle Maschinenleistung nie ausnutzen. Der elektrische Antrieb mit Gleichstrom, der immer in der in Regelfähigkeit unübertreffbaren Leonard-Schaltung erfolgt, ermöglicht die Ausnutzung der vollen Maschinenleistung für alle diese verschiedenen Belastungsverhältnisse, wenn der oder die Schraubenmotoren für die volle Leistung bei schwerstem Anhang ausgelegt werden. Weiter ist für den Schlepper, der vorsichtiger und genauer manövrieren muß als alle anderen Fahrzeuge, die Möglichkeit, die Maschine direkt ohne die durch Übertragung durch den Maschinentelegraphen verursachten Zeitverluste von der Brücke aus zu steuern, von ganz besonderem Vorteil. Diese beiden Punkte werden m. E. zu weitester Anwendung der elektrischen, besonders der dieselelektrischen Übertragung für Schlepper führen, wenn es erst einmal gelungen ist, so ausgerüstete Fahrzeuge in den praktischen Betrieb zu bringen. BBC, Mannheim, hat für diesen Zweck Steuerungssysteme verschiedener Art unter Benutzung des unter allen Verhältnissen bewährten Schnellreglers entwickelt, die es dem Schiffsführer ermöglichen, die Steuerung von der Brücke wie von dem Maschinentelegraphen zu betätigen, ohne daß durch zu schnelles Manövrieren unzulässige Belastungen der Maschinen auftreten.

[5]) H. Eichhorn, VDE Fachbericht 1935, Gruppe C 1. Kurzbericht ETZ 56 (1935) H. 28, S. 792.



1 Hauptgeneratoren
2 Hilfgeneratoren
3 Schraubenmotoren
4 Schraubenwelle mit Zahnradgetriebe
5 Regler der Hilfsgeneratoren
6 Hauptschalter der Hilfsgeneratoren
7 Hauptumschalter der Hauptgeneratoren
8 Feldumschalter der Hauptgeneratoren
9, 10 Überstromschutz
11 Schnell(strom)regler
12 Feldregler der Hauptgeneratoren
13 Lichtanschluß
14 Kraftanschlüsse

Abb. 2. Hauptschaltbild eines dieselelektrischen Schleppers.

Abb. 2 zeigt das Schaltbild der Schnellreglerschaltung einer mit zwei Dieselsätzen über zwei Propellermotoren durch Zahnradübertragung auf eine Schiffsschraube arbeitenden Maschinenanlage eines Schleppers. Die Dieselsätze laufen mit gleichbleibender Drehzahl. Die abzugebende Leistung wird durch Einstellen der Erregung der Generatoren bestimmt. Die Schnellregler steuern die Erregung der Antriebsmotoren auf konstanten Strom, so daß einerseits niemals eine Stromüberlastung eintritt und anderseits die volle Leistung nur bei voller Erregung der Generatoren abgegeben wird.

Die elektrische Ausrüstung der neuen BVG-Oberleitungs-Omnibusse.

Von Dipl.-Ing. Franz Finck, Berliner Verkehrs-Aktiengesellschaft.

621. 335. 9. 033. 91

Übersicht. Die elektrische Ausrüstung der neuen Oberleitungsomnibusse der Linie Breitenbachplatz—Marienfelde der BVG wird beschrieben[1]). Die schalttechnischen Fragen werden eingehend erörtert.

Die Forderung einer Reisegeschwindigkeit von mindestens 20 km/h bei einem mittleren Haltestellenabstand von 270 m bedingte den Einbau stärkerer Motoren und die Anwendung einer selbsttätigen Steuerung, die es ermöglicht, unter Ausnutzung des höchstzulässigen Anfahrdrehmomentes in kürzester Zeit und ohne merkbare Zugkraftstöße mit einer Beschleunigung von 1,0 bis 1,3 m/s² anzufahren. Zu diesem Zweck wurde die Motorleistung auf 2 getrennte Motoren verteilt, von denen jeder die Räder auf seiner Seite über je ein Schneckengetriebe antreibt (elektrisches Differential). Abb. 1 zeigt eine Ansicht des Wagens.

[1]) W. Benninghoff, Z.VDI 78 (1934) S. 1465.



Die Wagen mit zwei Hauptstrommotoren von je 50 kW Stundenleistung bei 550 V Fahrdrahtnennspannung und 1500 U/min sind gegenüber 2 × 41 kW bei den Spandauer Wagen[2]) die stärksten z. Z. im Betrieb befindlichen Fahrzeuge dieser Art.

Der Strom wird von zwei Rollenstromabnehmern, deren Abweichung von der Mittellage dem Fahrer durch Aufleuchten von Warnlampen und Ertönen einer Klingel an-

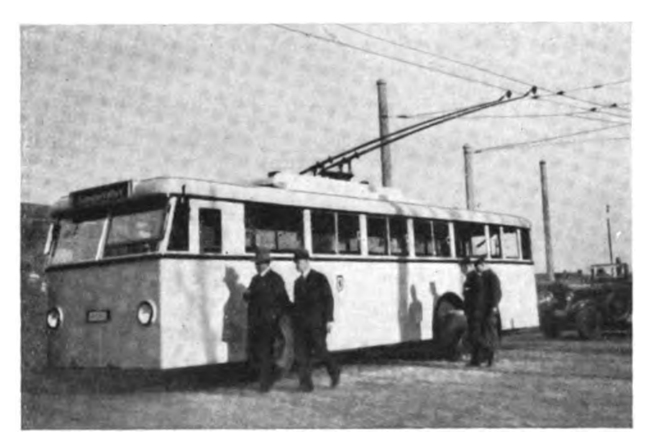


Abb. 1. BVG-Obbus, Bauart 1934.

gezeigt wird, der zweipoligen Oberleitung entnommen und über zwei auf dem Dach befindliche ferngesteuerte selbsttätige Überstromausschalter, die Auslösespule eines Überlastrelais, einen zweipoligen, vom Fahrersitz aus erreichbaren Handausschalter mit Funkenlöschung und ein für häufiges Leistungsschalten vorgesehenes Hauptschütz den Motoren zugeleitet, die durch Nockenschütze in 7 Stufen über Widerstände, die unter dem Wagen hängen, erst in Reihe, dann in 4 weiteren Stufen parallel geschaltet werden; zuletzt werden die Hauptstromfelder durch Abschalten eines Teils der Wicklung um 40 % geschwächt. Abb. 2 zeigt das Starkstromschaltbild der Wagen.

Der Fahrtwender gestattet durch Ändern der Ankerstromrichtung rückwärts zu fahren und einen schadhaften Motor abzuschalten. Das Überschalten von „Reihe“ auf „Parallel“ erfolgt in der üblichen Schaltung in drei Stufen:

a) der Motor I wird über einen Teil der Anfahrwiderstände an volle Fahrdrahtspannung gelegt, wodurch Motor II kurzgeschlossen wird. Im Schaltbild erste Sternstellung!
b) Motor II wird vollkommen vom Netz getrennt und der Kurzschluß aufgehoben. Im Schaltbild zweite Stern-Stellung!
c) Motor II wird zu Motor I parallel geschaltet, wobei der Strom beider Motoren über die gemeinschaftlichen Anfahrwiderstände fließt. Im Schaltbild Stufe 8.

Die beiden Zwischenstufen werden möglichst rasch durchgeschaltet.

Die auf dem Dach in unmittelbarer Nähe der Stromabnehmer angebrachten beiden selbsttätigen Starkstromausschalter haben Freiauslösung und werden elektrisch ferngesteuert; der Strom hierfür wird einer 24 V-Batterie entnommen, die unter zwei Sitzen des Fahrgastraumes untergebracht ist und von einer selbstregelnden Lichtmaschine aufgeladen wird, die mittels Keilriemen von einer Motorwelle aus angetrieben wird. Wie aus dem Schaltbild 2 zu ersehen ist, erhalten die selbsttätigen Ausschalter erst nach Verklinken des Überlastrelais Steuerstrom, der dauernd über Kontakte des Fahrtwenders und des Spannungsrelais fließen muß; die Fahrtwenderkontakte werden durch Niederdrücken der Kurbel geöffnet, damit wird gleichzeitig die mechanische Verriegelung aufgehoben und der Fahrtwender kann umgeschaltet werden. Hierdurch wird erreicht, daß nur im stromlosen Zustand umgeschaltet werden kann. Die Kontakte des Spannungsrelais öffnen bei Ausbleiben der Fahrdrahtspannung, gleichzeitig wird dann eine von der Batterie gespeiste Schnarre eingeschaltet, die bei Nullstellung des Fahrtwenders nicht ertönt; ininfolgedessen werden bei Ausbleiben der Fahrdrahtspannung z. B. infolge Stangenentgleisungen, Überfahren eines Streckentrenners oder Störungen im Unterwerk sofort die

Schalttakt:

Stufe	A H	B	R C	Q D	S	E	F	G	J	K	L	M	N	O	P	Widerstand:
1				●									●		●	R8 – R0 6,3 Ohm
2				●	●								●		●	R7 – R0 3,68 "
3				●	●	●							●		●	R6 – R0 2,31 "
4				●	●	●	●						●		●	R5 – R0 1,95 "
5				●		●	●	●					●		●	R4 – R0 0,83 "
6				●			●	●	●				●		●	R2 – R0 0,38 "
7		●		●				●	●				●		●	R0 0,0 " 100 % Erregung
*				●				●				●	●		●	R4 – R0 0,83 "
*				●				●				●				R4 – R0 0,83 "
8	●			●				●				●		●		R3 – R0 0,64 "
9	●			●				●	●			●		●		R2 – R0 0,38 "
10	●			●					●	●		●		●		R1 – R0 0,17 "
11	●			●						●	●	●		●		R0 0,0 " 100 % Erregung
12	●		●							●	●		●			R0 0,0 " 60 % "

Abb. 2. Starkstromschaltbild der BVG-Obbusse, Bauart 1934.

[2]) W. Benninghoff, Verkehrstechn. 14 (1933) S. 579 und Véhicule Électr. 8 (1934) S. 25. ETZ 55 (1934) S. 194.



selbsttätigen Ausschalter ausgeschaltet, um bei Wiederkommen der Spannung ohne Eingreifen des Fahrers wieder einzuschalten.

Das Überlastrelais hat drei Spulen:

a) die Einklinkspule, die ihren Strom durch einen vom Fahrer betätigten Druckknopf erhält,

b) die Ausklinkspule, die ebenfalls Batteriestrom über einen Druckknopf erhält,

c) die Überstromspule, die bei Überschreiten einer Höchststromstärke die Verklinkung löst und die selbsttätigen Ausschalter so ausschaltet. Die Auslösestromstärke dieses Relais liegt etwas unter der der selbsttätigen Ausschalter. Das Wiedereinschalten bei Springen des Überlastrelais bedarf aber des Eingreifens durch den Fahrer, der durch Drücken des „Ein"-Knopfes das Überlastrelais erst wieder verklinken muß.

Der Fußschalter ist ein Nockenschalter mit einer Ruhestellung, bei der seine sämtlichen Nockenschütze geöffnet sind, und mit folgenden drei Fahrstellungen:

Stellung 1 (Rangierstellung): Das Hauptschütz wird eingeschaltet, das Schaltwerk läuft noch nicht an. Fahrt mit in Reihe geschalteten Motoren und allen Anfahrwiderständen. Dieser Stellung entspricht Grundstellung I (Ruhestellung) des Schaltwerkes.

Stellung 2 (halbe Fahrgeschwindigkeit): Das Hauptschütz bleibt eingeschaltet; das Schaltwerk läuft bis zum Erreichen der Grundstellung II durch. Fahrt mit in Reihe geschalteten Motoren ohne Anfahrwiderstände.

Stellung 3 (volle Fahrgeschwindigkeit): Das Hauptschütz bleibt weiter eingeschaltet und das Schaltwerk läuft bis zur 12. und letzten Stufe — Grundstellung III — durch. Fahrt mit parallel ohne Widerstände ans Netz gelegten Motoren mit Feldschwächung.

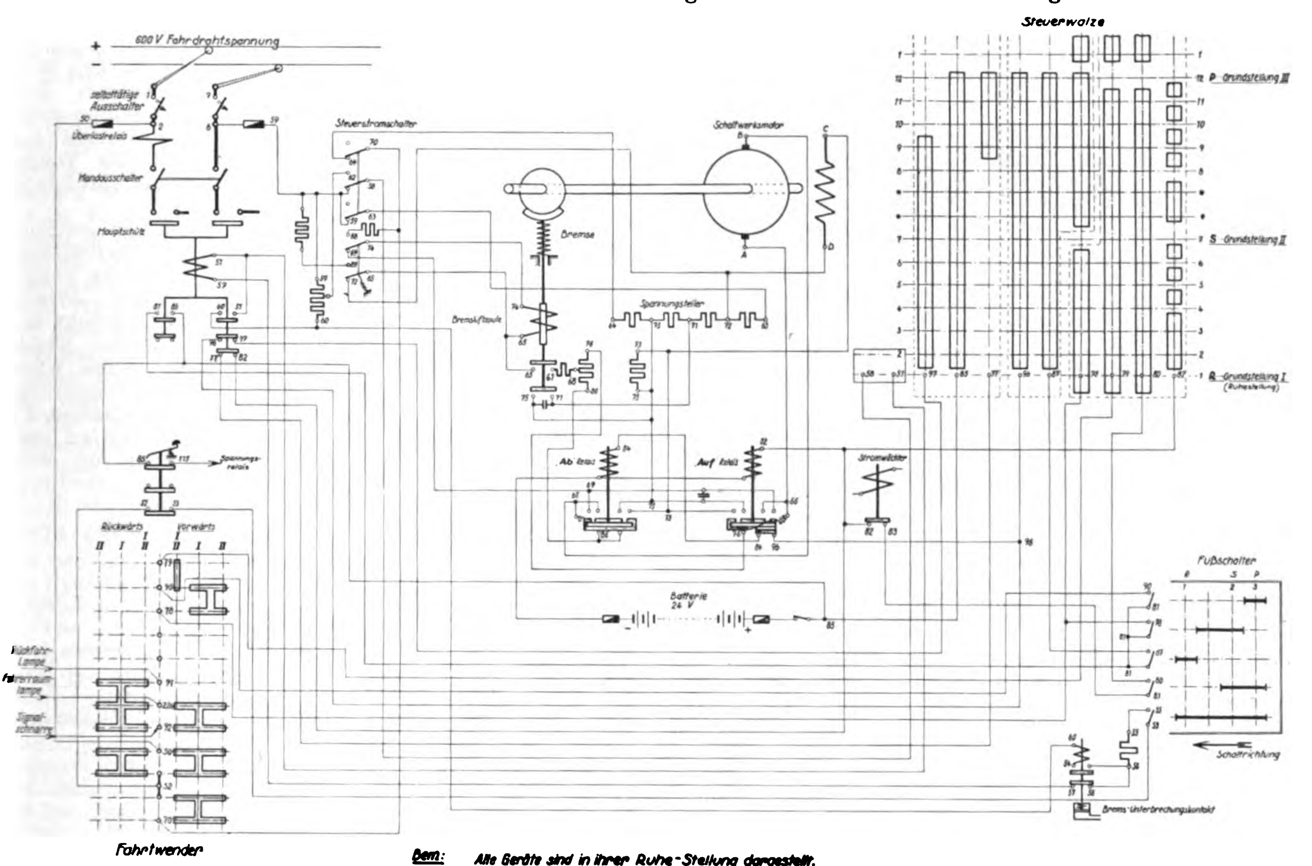


Abb. 3. Steuerstromschaltbild.

Das zweipolige, hinter dem Handausschalter liegende Haupt- oder Leistungsschütz übernimmt die Hauptschaltarbeit; es schaltet die Motoren jedesmal ein, wenn der Fußschalter betätigt wird; seinen Einschaltstrom entnimmt es dem 550 V-Netz; dieser zweigt von den Stromabnehmern hinter den selbsttätigen Ausschaltern über Schmelzsicherungen ab, fließt über die nur in Fahrstellung geschlossenen Kontakte des Fahrtwenders, über die Fahrtwenderkurbelkontakte, die auch hier durch Niederdrücken der Kurbel bei Schaltungen ein Unterbrechen des Motorstromes erzwingen, weiter über das vom Fußschalter betätigte Nockenschütz, über einen Widerstand und den Bremsunterbrecher, der bei Bremsen den Stromkreis unterbricht und solange geöffnet hält, bis der Fahrer den Fußschalter wieder in die Nullstellung zurückgenommen hat, der Einschaltspule zu; von hier hat der Strom zwei Wege: beim Einschalten des Hauptschützes ist er gezwungen, über die Kontakte 51—58 des Schaltwerkes, das dann in der ersten oder zweiten Stellung stehen muß, und über den Steuerstromschalter zum anderen Stromabnehmer zu fließen. Der andere Weg steht nach dem Einschalten über Selbsthaltekontakte des Hauptschützes und einen Sparwiderstand offen. Hierdurch wird also eine ähnliche Verriegelung, wie durch den oben erwähnten Bremsunterbrecher erreicht: Das Hauptschütz kann erst einschalten, wenn das Schaltwerk bis in die 1. oder 2. Stellung zurückgelaufen ist. Vergl. Abb. 3. Steuerstromschaltbild.

Abb. 4 zeigt eine Ansicht des Schaltwerkes, das zwei Nockenwalzen für die 18 Nockenschütze für den Motorstrom und eine Schleifringwalze für die Relais und den Antrieb des Schaltwerkes hat. Die Nockenschütze werden durch Federkraft geschlossen und durch Nocken geöffnet; ein Hängenbleiben ist also so gut wie ausgeschlossen. Der Schaltlichtbogen wird durch eine Blasspule in einen leicht abnehmbaren Funkenkamin geblasen. Da das Hauptschütz die eigentliche Leistung unterbricht, konnten die Nockenschütze klein gehalten werden und in dem engen Raum des an der Vorderwand des Wagens untergebrachten Schaltwerkschrankes Platz finden.

Die zum Schaltwerkantrieb gehörende Einrichtung ist in dem links sichtbaren Fach des Schaltwerkschrankes untergebracht. Ein kleiner 110 V-Nebenschlußmotor dreht über ein Schneckengetriebe die Schaltwalzen vorwärts oder rückwärts; abgebremst und in den einzelnen Stellungen festgehalten wird das Schaltwerk durch eine elektrische Kurzschlußbremse und eine auf der Motorwelle sitzende Außenbackenbremse, die elektromagnetisch gelüftet wird.

Wie aus Abb. 3 ersichtlich, bildet der Motor mit den die Drehrichtung bestimmenden Kontakten des „Auf"- und „Ab"-Relais, der Bremslüftspule und den erforderlichen Widerständen, elektrisch gesehen, eine Einheit, die ihren Strom einem mit Fahrdrahtspannung gespeisten Spannungsteiler entnimmt, der über den Steuerstrom-

schalter und die Fahrtwenderkontakte, jedoch nur bei Vorwärtsstellung des Fahrtwenders, gespeist wird. Es ist also unmöglich, bei Rückwärtsfahrt das Schaltwerk laufen zu lassen und mit erhöhter Geschwindigkeit zu fahren, auch wenn der Fahrer den Fußschalter ganz durchgetreten haben sollte.

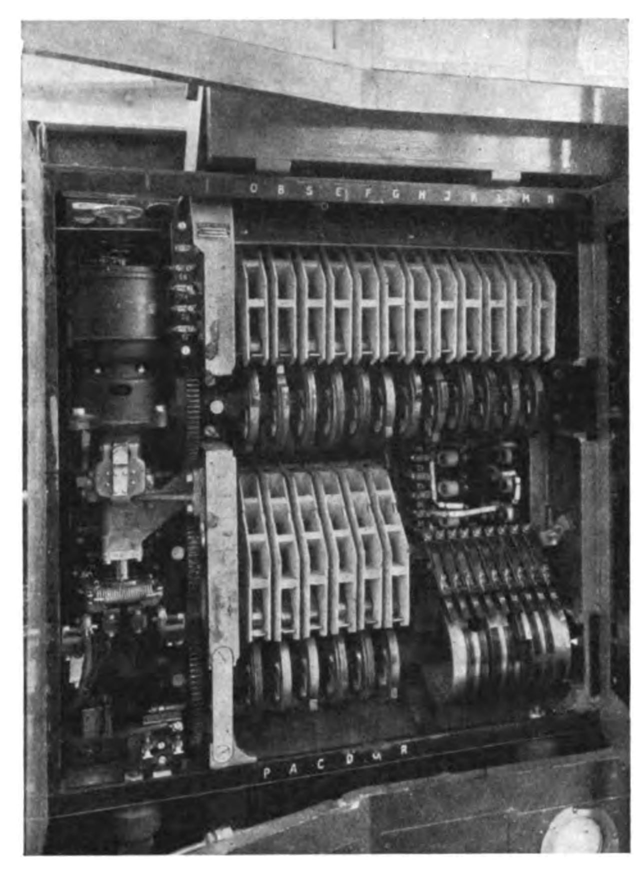


Abb. 4. Selbsttätiges Nockenschaltwerk für BVG-Obbusse, Bauart 1934.

Wird z. B. die Spule des „Auf“-Relais erregt, so wird der im Erregerstromkreis des Schaltwerkmotors liegende Sparwiderstand kurzgeschlossen, und die Bremse elektromagnetisch gelüftet, wodurch gleichzeitig der Ankerstromkreis geschlossen und ein Teil des Spannungsteilers kurzgeschlossen wird. Der Schaltwerkmotor läuft in der „Auf“-Richtung an. Fällt das „Auf“-Relais zurück, so wird der Anker über Widerstände kurzgeschlossen und gebremst, gleichzeitig klemmt die mechanische Bremse die Motorwelle durch Federkraft fest. Das „Ab“-Relais arbeitet genau so, nur wird die Stromrichtung im Motoranker umgekehrt, so daß das Schaltwerk in der anderen Richtung gedreht wird.

Um bei Versagen des Antriebs trotzdem fahren zu können, kann der Spannungsteiler durch Umlegen des Steuerstromschalters ausgeschaltet werden und, nachdem durch Umlegen eines Springschalters die Bremslüftspule erregt ist und die Motorwelle freigegeben hat, kann diese mit einem durch eine besondere Schaltschrankklappe zugänglichen Handrad gedreht werden.

Das „Auf“- und „Ab“-Relais wird ebenfalls durch Batteriestrom erregt und durch die Nockenschütze des Fußschalters und die Steuerwalze gesteuert, wodurch folgende Möglichkeiten geschaffen werden: Das Schaltwerk läßt sich „Auf“ und „Ab“ durch den Fußschalter in jede gewünschte Grundstellung bringen, ohne erst in die Ruhestellung zurückgehen zu müssen. Beim Ausschalten läuft es immer auf dem kürzesten Wege in die Ruhestellung, also sowohl in der „Auf“- als auch in der „Ab“-Richtung. Beim Übergang von Grundstellung I auf II kann stufenweise geschaltet werden, dabei tritt der Fahrer den Fußschalter kurzzeitig bis zur zweiten Fahrstellung durch und geht etwas wieder zurück, wodurch das Schaltwerk auf der vierten Anfahrstufe stehen bleibt; geht er wieder kurzzeitig auf Fahrstellung 2, so läuft das Schaltwerk bis zur nächsten Stufe. Dieses Spiel läßt sich bis zum Erreichen der Reihenstellung fortsetzen; darüber hinaus erscheint diese Einrichtung wegen der erreichten höheren Fahrgeschwindigkeit unnötig.

Der Stromwächter regelt in der bekannten Weise bei allen „Auf“-Bewegungen des Schaltwerks die Fortschaltgeschwindigkeit; er hemmt den Schaltwerklauf nach Erreichen einer Stufe und gibt es erst frei, wenn der Motorstrom, der die Stromwächterspule durchfließt, unter einen bestimmten einstellbaren Wert gesunken ist.

Die Heizung der Wagen erfolgt durch eine elektrische Umlaufluftheizung; der erforderliche Fliehkraftlüfter ist im Kabelboden unter dem Führersitz eingebaut, die Frischstromheizkörper im Luftkanal unter dem Fußboden. Die Schaltung der Heizeinrichtung ist aus Abb. 2 ersichtlich.

Da bei den Oberleitungsomnibussen eine Erdung des Wagenkastens wegen der gummibereiften Räder unmöglich ist, sind alle elektrischen Geräte und die Motoren isoliert am Wagen befestigt. Die besonders starken NSH-Gummischlauchleitungen sind auf isolierenden Holzschellen verlegt. Außerdem ist eine Glimmlampe vorgesehen, die durch ihr mehr oder weniger starkes Aufleuchten den jeweiligen Isolationszustand des Wagens auch während der Fahrt anzeigt und außerordentlich empfindlich ist.

Die Beleuchtung des Wagens wird, um von der Fahrdrahtspannung unabhängig zu sein, über ein Dreileiternetz aus der Batterie gespeist, an das auch sämtliche übrigen Kleinspannungsgeräte, wie Scheibenwischer, Winker, Stopplicht, Scheinwerfer, Schnarren und dgl. gelegt sind.

Die BVG wird in nächster Zeit noch zwei weitere Oberleitungsomnibusse in Betrieb nehmen. Diese Wagen werden nur einen zwischen den beiden Längsträgern gelagerten Motor von 112 kW Stundenleistung erhalten. Für die Steuerung dieser Wagen ist eine selbsttätige ebenfalls fußbediente Steuermaschine vorgesehen, die durch einen Drehmagneten angetrieben wird, der gleichzeitig durch eine vom Motorstrom durchflossene Spule Stromwächtereigenschaften erhält. Abb. 5 zeigt die grundsätzliche Schaltung.

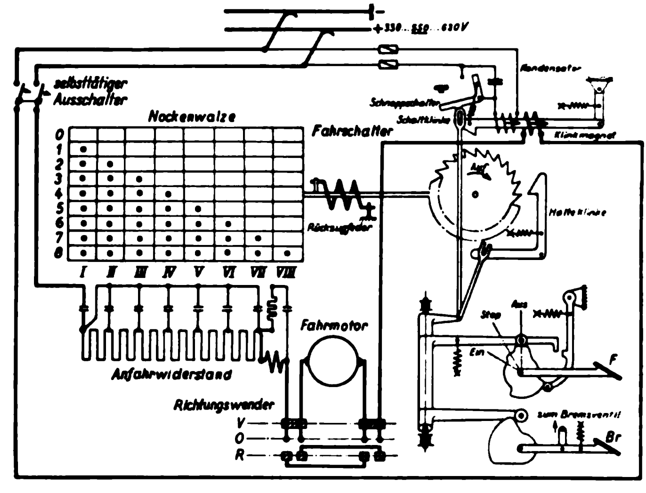


Abb. 5. Schaltbild der BVG-Obbusse, Bauart 1935.

Mit der Inbetriebnahme ihrer zweiten Oberleitungsomnibuslinie hat die BVG einen Weg beschritten, der richtunggebend für die weitere Einführung dieses neuen Fahrzeuges ist und mit dazu beitragen wird, Deutschland von der Einfuhr auswärtiger Treibstoffe unabhängiger zu machen.

Zusammenfassung.

Die elektrische Ausrüstung der am 2. V. 1935 von der BVG in Betrieb genommenen Oberleitungs-Omnibusse wurde beschrieben. Durch Einbau einer selbsttätigen elektrischen Steuerung (Stromwächter-Schaltung) war es möglich, mit einer Beschleunigung von 1,0 bis 1,3 m/s² stoßfrei anzufahren. Fehlschaltungen werden durch elektrische und mechanische Verriegelungen vermieden. Bei einer Motorstundenleistung von 2 × 50 kW erreichen die Wagen eine Höchstgeschwindigkeit von etwa 50 km/h.

WIRTSCHAFTSTEIL.

Technischer Stand und Aussichten der Energiespeicherung in der Elektrizitätsversorgung.

Von Dr.-Ing. **Ludwig Musil**, Berlin.

621. 311. 16

Übersicht. Im nachstehenden Aufsatz[1]) werden einleitend kurz die Ursachen erörtert, die die Weiterentwicklung der Energiespeicherung für Elektrizitätswerke hemmten. Nach einem Überblick über die Anwendungsgebiete der verschiedenen erprobten Speicherarten werden dann an ausgeführten Anlagen die Verwendungsweise bei dem heutigen Stand des Kraftwerksbaues und die Aussichten der Speicherung bei der zukünftigen Entwicklung behandelt. Der letzte Teil befaßt sich mit neueren Vorschlägen, die in den letzten Jahren für die Energiespeicherung gemacht wurden.

Die Energiespeicherung in der Elektrizitätsversorgung hat in den letzten Jahren nur geringe Beachtung in der Fachliteratur gefunden, nachdem sie zur Zeit der Weltkraftkonferenz 1930 zu den Fachgebieten gehörte, die im Vordergrund des Interesses standen. Worin ist eigentlich der Grund zu suchen, daß es um die Speicherung so ruhig geworden ist? Eine gewisse Rolle spielt dabei natürlich der 1930 einsetzende und bis 1933 anhaltende Rückgang des Verbrauchs, der zur Folge hatte, daß auch heute noch eine gewisse Anzahl von Werken überinstalliert ist und wenig Bedarf nach neuen Betriebsmitteln vorliegt. Der Hauptgrund liegt jedoch darin, daß man in den Jahren des allgemeinen Interesses für die Speicherung ihre Möglichkeiten zu sehr überschätzte und ihre Vorkämpfer eine universelle Einführung der Speicherung in die Elektrizitätsversorgung nach der Devise „Jedem Kraftwerk einen Speicher" vor Augen hatten. Diese Übertreibung des Speichergedankens, ohne Rücksicht auf den durch die Fortschritte im Kraftwerksbau bedingten Anwendungsbereich, hat, wie ich glaube, der Speicherung am meisten geschadet und das für sie bestehende Interesse in das Gegenteil verkehrt.

Die Entwicklung des Kraftwerksbaus, vornehmlich der Kesselanlagen, hat zu einer nicht unwesentlichen Senkung der Anlagekosten geführt. Während man im Jahre 1930 noch Anlagekosten von 110 bis 130 RM je kW höchster Dauerleistung für normale Kesselanlagen einsetzen mußte, kann man heute mit etwa 60 bis 80 RM je kW, bei ausgesprochenen Spitzenkesseln mit noch weniger rechnen. Dies bedeutet eine Verbilligung um etwa 30 bis 40 %. Bei Speicheranlagen waren die Möglichkeiten für eine Verbilligung wesentlich beschränkter, dazu kommt die Vervollkommnung der Feuerungen, die eine weitgehende Verflachung der Wirkungsgradkurven, Erhöhung der Regelfähigkeit und Verringerung der zusätzlichen Schwankungsverluste zur Folge hatte.

Diese Umstände gaben dem Spitzendeckungsproblem ein anderes Gesicht und drängten es in den Hintergrund. Sie schränkten damit zwangsläufig das Anwendungsgebiet der Energiespeicherung ein, sie verlor für die Spitzendeckung in der Form, wie man sie ursprünglich sah, an Bedeutung. Es ist ganz interessant zu verfolgen, wie vielfach aus den Betrieben selbst und deren Bedürfnissen heraus die vorhandenen Speicheranlagen in ihrer Einsatzweise den geänderten Verhältnissen angepaßt und dadurch Fingerzeige für deren Anwendungsgebiet beim heutigen Stand der Elektroversorgung gegeben wurden. Dieses Anwendungsgebiet wird an Hand der Betriebsdaten ausgeführter Anlagen näher dargelegt und die technischen Neuerungen bei den in letzter Zeit errichteten Werken vorgeführt.

Verwendungsgebiet der einzelnen Speicherungsarten.

In der Blütezeit der Speicherung, als die Spitzendeckung und der Ausgleich der Feuerführung im Vordergrund standen, hatte man geglaubt, alle Speicher in gleicher Weise für denselben Zweck verwenden zu können. Die vorgeschrittene technische Entwicklung hat jedoch zu einer Verlagerung und klaren Trennung der Anwendungsgebiete geführt. Diese werden in der Hauptsache durch die Kostencharakteristiken der Speicherarten bestimmt, die in der Abb. 1 in ihrem grundsätzlichen Verlauf dargestellt sind. Es sind dort die Anlagekosten je kW Höchstleistungsabgabe in Abhängigkeit von der Entladedauer angedeutet. Bekanntlich setzen sich die Kosten von Speicheranlagen aus 2 Gliedern zusammen, dem von der installierten Leistung abhängigen und dem vom Fassungsvermögen, also von der Entladedauer, abhängigen Teil. Die Neigung der Kostenlinien ist ein Maß für die Anlagekosten des Speicherraumes je kWh. Auf die Eintragung von Zahlen wurde verzichtet, da diese ja je nach den jeweiligen Bedingungen, besonders bei Pumpspeicherwerken, in weiten Grenzen streuen.

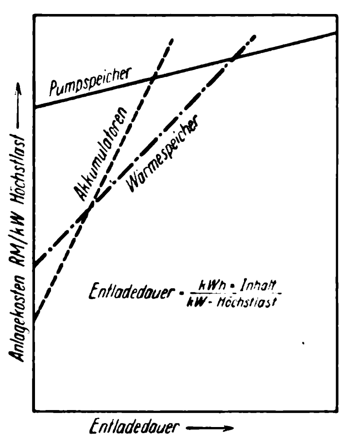


Abb. 1. Kostenkennlinien von Speicheranlagen.

Bei der Pumpspeicherung sind die arbeitsabhängigen Anlagekosten die niedrigsten. Es spielt eine geringe Rolle, ob man die Speicheranlage für eine kleine oder große Entladedauer baut. Die Pumpspeicherung ist also das Gegebene für eine Stromabgabe über längere Dauer, sie gestattet, auch noch darüber hinaus einen genügenden Energierückhalt in ihr Fassungsvermögen zu legen, auf den kein Betriebsleiter verzichten dürfte. Die meisten Speicheranlagen werden ja, von Störungsfällen abgesehen, im praktischen Betrieb nur mit höchstens 70 bis 80 % ihres Speichervermögens ausgefahren. Liegen die leistungsabhängigen Kosten bei günstigen örtlichen Verhältnissen in tragbaren Grenzen, so ist die Pumpspeicherung auch heute für die Speicherung von größeren Mengen von Überschußenergie, z. B. aus Lauf-Wasserkraftwerken, anwendbar.

Bei der Dampfspeicherung und den Akkumulatoren liegen die Anlagekosten je kWh Kapazität wesentlich höher. Ihr Wirtschaftlichkeitsbereich sind die kleinen Entladedauern, sie scheiden daher für fahrplanmäßige Einsätze im allgemeinen aus. Da ihre leistungsabhängigen Kosten verhältnismäßig niedrig sind, so sind sie in erster Linie als Augenblicks- oder Schnellreserve, für die diese Entladedauern ausreichen, vorteilhaft zu verwenden, daneben aber auch für den nicht planmäßigen, durch die Augenblicksverhältnisse zweckmäßig werdenden Einsatz in der Spitze. Man kann sie sozusagen als Anlagen zur besonderen Verwendung des Lastverteilers kennzeichnen.

Bleiakkumulatorenanlagen.

Wenden wir uns zuerst der ältesten Speicherart, dem Bleiakkumulator, zu. Zahlentafel 1 zeigt eine Auswahl von seit 1930 ausgeführten Anlagen mit den interessierenden Daten. Wie man sieht, sind trotz der Stille, die um die Speicherung herrschte, und trotz des Verbrauchrückganges in den letzten Jahren eine ganze Reihe von Anlagen aufgestellt worden. Bei Bleiakkumulatoren ist das Speicherungsvermögen von der Entladedauer abhängig, daher sind die Werte hier alle für die gleiche Entladedauer von einer Stunde (die wirtschaftliche Größenordnung) angegeben. Das Speichervermögen dieser Batterien liegt etwa zwischen 1000 und 5000 kWh. Sie sind auch mit Rücksicht auf ihre räum-

[1]) Nach einem am 7. II. 1935 im Elektrotechnischen Verein gehaltenen Vortrag.



Zahlentafel 1. Ausgeführte Bleiakkumulatoren-anlagen.

Werk	Baujahr	Zellenzahl	Einstundenstrom A	Leistung kW Kapazität kWh	Entladedauer h
EW. Bonn	1930	260	3 200	1470	1
Bewag	1930	274	4 100	1970	1
EW. Bremen	1931	138	5 320	1285	1
EW. Stockholm	1931	270	10 500	5060	1
EW. Tule	1932	270	4 870	2320	1
EW. Rotterdam	1933	298	2 430	1285	1
EW. Oslo	1933	274 + 240	2 × 3650	2 × 1760	1
EW. München	1932/34	167 + 152	3200 + 4100	945 + 1100	1
EW. Göteborg	1932/34	156 + 154	1100 + 7530	3100 + 1920	1
EW. Budapest	1934/35	144 + 282	9450 + 6230	2370 + 3120	1

liche Unterbringung die Speicher kleiner Leistungen und bilden, in der Nähe der Verbraucher aufgestellt, an vielen Punkten des Netzes eingebaut, den Vorteil einer sofortigen Einsatzbereitschaft. Sie sind hinsichtlich ihres Wertes als Augenblicksreserve anderen Betriebsmitteln überlegen, dazu kommt die Möglichkeit einer Entlastung der Verteilkabel, die mitunter gerade in den Lichtzentren hoch belastet sind. Die Abb. 2 zeigt verschiedene Betriebsdiagramme von Batterien. Sie bestätigen das vorhin über das Anwendungsgebiet Gesagte. Auch beim Laden nimmt man wenig Rücksicht auf die Vergleichmäßigung der Belastung, sondern will die Zeit niedriger Belastungen nur benutzen, um die Batterien wieder rasch einsatzbereit zu machen. In Berlin z. B. stehen die Batterien ebenso wie die Ruthsspeicher zur Verfügung des Lastverteilers, sie werden von diesem in Störungsfällen als Reserve oder zusätzlich dann in der Spitze eingesetzt, wenn diese die vorgesehenen Betriebsmittel um einen geringen Betrag überschreitet und die Hereinnahme weiterer Betriebsmittel unwirtschaftlich wäre.

Abb. 2. Belastungsdiagramme von Bleiakkumulatoren-Anlagen.

Dampfspeicheranlagen.

Die Dampfspeicher, nach ihrem Erfinder Ruthsspeicher genannt, liegen dem Verwendungsbereich der Batterien ziemlich nahe. Wie die Zahlentafel 2, die eine Zusammenstellung einer Reihe von in den letzten Jahren gebauten Anlagen wiedergibt, erkennen läßt, umfassen sie die mittleren Leistungen, etwa zwischen 10 000 bis 50 000 kW. Auch ihre wirtschaftlichen Entladedauern liegen, von Bahnkraftwerken abgesehen, höher als die der Batterien, und zwar etwa zwischen 1,4 bis 2 Stunden. In dieser Hinsicht ergänzen die Dampfspeicheranlagen die Batterien nach oben. Ihr Anwendungsgebiet ist jedoch ein anderes. Man kann sie als die Stützen der Kesselanlagen von Dampfkraftwerken bezeichnen, gleichgültig ob es sich um einzeln arbeitende Werke oder um Kraftwerke mit besonderen Funktionen handelt, die mit anderen gekuppelt sind.

In den Abb. 3 und 4 sind die Betriebsdiagramme von 3 ganz verschiedenen Zwecken dienenden Dampfspeicheranlagen dargestellt. Die Ruthsspeicheranlage Charlottenburg wird heute in zwei Gruppen betrieben. Die eine Hälfte dient hauptsächlich dazu, für den Kesselbetrieb des Kraftwerkes, an dem ja die Städteheizung angeschlossen ist, die günstigsten Bedingungen zu schaffen, die andere Hälfte mit etwas über 35 000 kWh Kapazität bleibt als Augenblicksreserve aufgeladen und kann auf ein Kommando der Lastverteilungsstelle jederzeit eingesetzt werden. Die Anlage hat bei plötzlichen Spitzen und Störungen wiederholt wertvolle Dienste geleistet. Sie bedeutet, ähnlich wie die Batterien in Gleichstromnetzen, einen wirksamen Energierückhalt, der dem Lastverteiler eine gewisse Sicherheit gibt und ihm gestattet, die übrigen Betriebsmittel höher zu beanspruchen. Der Wert als Reserve läßt sich nicht immer oder nur schwer zahlenmäßig ausdrücken. Wenn man aber bedenkt, daß das gesamte Anlagekapital der BEWAG nach den Jahresberichten etwa 580 Mill RM und die Anlagekosten der Speicheranlagen rund 8,2 Mill RM betragen, das sind 1,5 % der Gesamtanlagekosten, so kann man wohl sagen, daß dieser Betrag gegenüber den betrieblichen Vorteilen einer solchen Anlage kaum ins Gewicht fällt.

Ein davon grundlegend verschiedenes Anwendungsgebiet zeigt das zweite Betriebsdiagramm (Abb. 3). Es handelt sich um den typischen Fall des Zusammenarbeitens eines Ergänzungs-Dampfkraftwerkes mit einem Wasserkraft-Grundlastwerk. Im Gegensatz zu normalen Betrieben, die den ungefähren Verlauf einer Belastung von Tag zu Tag mit genügender Genauigkeit voraussagen können, ist dies bei solchen Dampfkraftwerken nicht der Fall. Hier dient der Dampfspeicher als elastisches Zwischenglied zwischen der oft ganz unberechenbaren Stromlieferung und der Dampferzeugungsanlage. Daneben hat die Speicheranlage die Aufgabe der Augenblicks- und Schnellreserve bei Störungen in der Über-

Zahlentafel 2. Ausgeführte Ruthsspeicheranlagen.

Werk	Baujahr	Speichergröße m³	Turbinen	Druckbereich ata	Speichervermögen kWh	normale Speicherleistung kW	Entladedauer h
EW. Charlottenburg	1928	5000	S	14/1,5	73 000	50 000	1,46
EW. Hattingen	1929	1140	FS	15/1,5	19 950	12 000	1,66
EW. Göteborg	1930	1100	{ US FS	14/2,2	16 000	10 000	1,6
EW. Kopenhagen	1930	1640	S	11,5/1,4	24 300	10 000	2,43
EW. Norrköping	1930	300	UFS	16/1,5	4 560	3 500	1,3
EW. Bône (Algier) (Bahn)	1930	400	FS	15/3	5 800	10 000	0,58
EW. Brüssel	1931	2040	{ US FS	14/2,5	22 000	12 000	1,84
EW. Stockholm	1932	110	FS	24/10	1 200	Pufferspeicher	
EW. Dublin	1932	315	UFS	15/4,5	3 700	6 000	0,62 (1,25)
EW. Amsterdam	1934	1500	US/F	15/1,8	20 000	15 000	1,33
EW. Muldenstein (Bahn)	(1927)—1934	450	UFS	15/3	5 800	4 500	1,3

U Umbauturbine, S reine Speicherdampfturbine, FS durch Speicherdampf überlastbare Frischdampfturbine.

tragungsleitung zwischen dem Wasserkraftwerk und dem Verbrauchszentrum. Ganz gleiche Betriebsverhältnisse liegen in Göteborg vor. Nach den Angaben der Kraftwerksleitung wurde dort durch die Speicheranlage eine jährliche Kohlenersparnis von 40 % erzielt.

Das dritte Diagramm in Abb. 4 endlich stellt den Belastungsverlauf eines großen Bahnkraftwerkes von 40 000 kW Leistung mit seinen ungleichmäßigen Schwankungen dar. Für den Bahnbetrieb werden durchweg sogenannte kombinierte Turbinen verwendet, die mit Frischdampf die Grundlast decken und anstatt mit Frischdampf mit Speicherdampf bis zu ihren höchsten Leistungen überlastet werden. Diese Maschinen sind überhaupt zu bevorzugen, wenn es sich nicht um ein reines Spitzenwerk handelt, sondern das Werk auch Grundlast fahren muß.

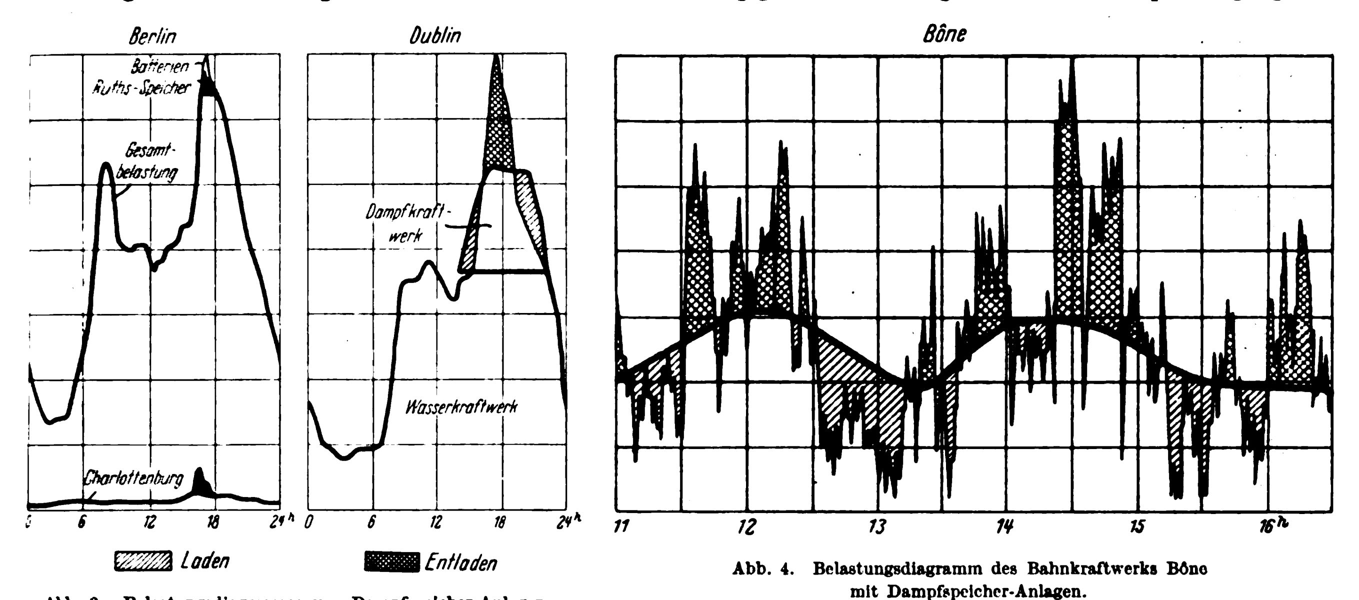


Abb. 3. Belastungsdiagramme von Dampfspeicher-Anlagen.

Abb. 4. Belastungsdiagramm des Bahnkraftwerks Bône mit Dampfspeicher-Anlagen.

Von der Möglichkeit, vorhandene Turbinen für Speicherdampfbetrieb zu verwenden, hat man bei einer großen Reihe von neueren Anlagen Gebrauch gemacht. Je nach der Turbinenkonstruktion ist ein solcher Umbau mehr oder weniger umfangreich. Der Umbau der Turbinen im Elektrizitätswerk Brüssel für Speicherdampfbetrieb kostete einschließlich der zusätzlichen Regelung 4,50 RM/kW.

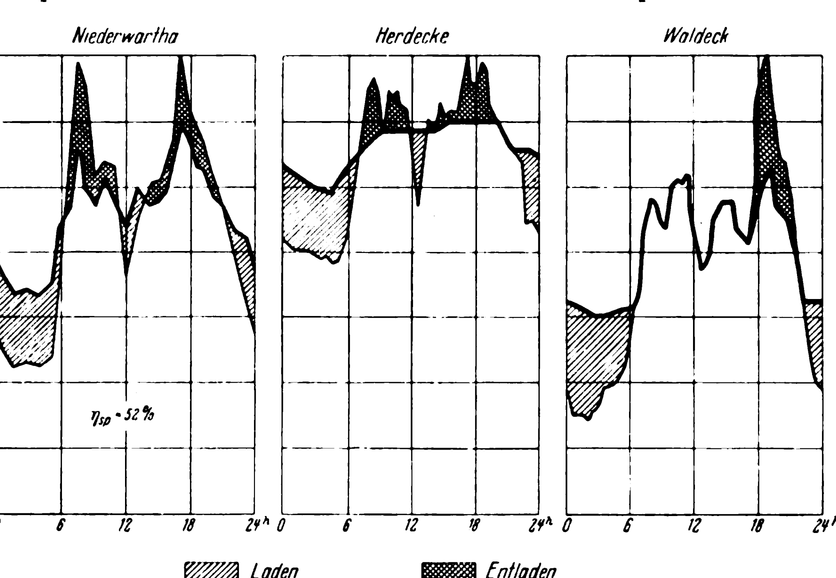


Abb. 5. Belastungsdiagramme von Pumpspeicher-Anlagen.

Gleichdruckspeicheranlagen.

Gegenüber den Dampfgefällespeichern ist die Anwendung des Gleichdruckspeichers in Elektrizitätswerken etwas im Hintergrund geblieben. Es gibt meines Wissens nur 4 solcher Anlagen, und zwar die Speicher im Kraftwerk Unterspree in Berlin, im Großkraftwerk Mannheim, im Elektrizitätswerk Braunschweig und die neueste und größte, noch im Bau befindliche Anlage im Congella-Kraftwerk in Südafrika. Der Grund liegt darin, daß das Leistungsvermögen des Gleichdruckspeichers beschränkt und von der Höhe der Kesselbelastung abhängig ist. Sieht man von Ausnahmefällen, wie bei der 100 at-Anlage in Mannheim, ab, so liegt die durch den Gleichdruckspeicher zu erzielende Mehrleistung im Bereich von 8 bis 17 % der bei Beginn des Einsatzes vorhandenen Leistung. Dieser Betrag spielt also keine erhebliche Rolle. Man kann mit dem Gleichdruckspeicher wohl tiefe Täler auffüllen, aber nur niedrige Spitzen abschneiden, dazu kommt, daß durch die Abhängigkeit von der augenblicklichen Dampferzeugung der Reservewert beschränkt ist, ja im äußersten Falle des Ausfalles der ganzen Kesselanlage gleich Null wird.

Die erwähnten Anlagen sind aber Beispiele dafür, wo und wie der Gleichdruckspeicher wirklich zweckmäßig ist. Der 160 m³-Speicher im Elektrizitätswerk Braunschweig ist in der üblichen Weise zwischen Ekonomiser und Kessel eingeschaltet. Er arbeitet als Schichtenspeicher und ist mit einer Entgasungseinrichtung kombiniert. Der Belastungsverlauf ist außerordentlich unregelmäßig und hat Druckschwankungen zwischen 13 und 17 at zur Folge. Der Speicher hält diese Schwankungen von der Kesselanlage ab, ermöglicht einen konstanten Dampfdruck und bringt dadurch eine Kohlenersparnis von 6,5 %. Mit der Konstanthaltung des Dampfdruckes, Beseitigung von kurzzeitigen, häufigen, nicht zu großen Belastungsschwankungen, die sich unangenehm auswirken, und mit der Auffüllung besonders tiefer Mittagstäler ist das Anwendungsgebiet des Gleichdruckspeichers zu umschreiben.

Wärmespeicherung in Heizkraftwerken.

Ein großes Anwendungsgebiet für die Wärmespeicherung liegt bei Heizkraftwerken vor, zumal man hier auch andere ergiebige Möglichkeiten zur Speicherung hat. Leider kann hier, mit Rücksicht auf den beschränkten Raum, auf diese Fälle nicht näher eingegangen werden.

Pumspeicheranlagen.

Die Pumpspeicherung ist die Speicherung großer Leistungen und, wie die Zahlentafel 3 zeigt,



Zahlentafel 3. Ausgeführte Pumpspeicheranlagen.

Werk	Baujahr	natürlicher Zufluß	nutzbarer Beckeninhalt 1000 m³	mittleres Gefälle m	Speicher-vermögen kWh	Gesamte Generator-leistung kW	Entlade-dauer h	Pumpenleistung / Turbinenleistung	Aus-führungs-form
Niederwartha	1928/29	ohne	1 900	143	580 000	75 000 (150 000)	7,8 (3,9)	0,85	H. m. K.
Herdecke	1929/30	„	1 507	155	560 000	140 000	4	0,7	H. m. K.
Häusern (Schluchsee)	1931/32	mit	110 000	192	43 000 000	130 000	(330)	0,57	V. m. K.
Lac Noir	1932/33	(mit)	1 400	110	400 000	90 000	4,5	0,6	V. o. K.
Bleiloch	1932/33	mit	190 000	43	180 000	80 000	(2,3)	0,66	H. o. K.
Waldeck	1931/34	ohne	760	296	500 000	120 000	4,2	0,73	H. m. K.
Baldeney	1933/34	mit	—	9	—	12 000	(—)	0,1	VTP.

V. Vertikale Welle H. Horizontale Welle TP. Turbinenpumpe o. K. ohne ausrückbare Kupplung m. K. mit ausrückbarer Kupplung

auch die Speicherung großer Energiemengen. Die Entladedauer liegt durchweg in der Größenordnung von etwa 4 h. Zahlentafel 3 enthält die interessierenden Daten von neueren Anlagen, die in der Hauptsache in Deutschland errichtet wurden. Ein großer Teil dieser Anlagen arbeitet auch mit natürlichem Zufluß. Die Pumpspeicherung ist also in diesen Fällen nur eine zusätzliche. In Abb. 5 sind Tagesdiagramme von 3 verschiedenen Pumpspeicheranlagen aufgezeichnet. Im ersten Diagramm (Niederwartha) wurde die Speicheranlage an diesem Tage nur mit etwa 50 % ihres Speichervermögens ausgefahren. Man sieht sofort, daß der Einsatz dieser Werke ganz anderer Art ist als der der Batterien und Wärmespeicher. Alle 3 Anlagen stellen Spitzenwerke in großen Überlandversorgungsystemen dar, sie dienen zur Spitzendeckung, als Reserve und auch teilweise zur Verwertung von Wasserkraftüberschußenergie. Es wird hier klar, daß diese Werke mit ihrem großen Energierückhalt weitgehend den Fahrplanbetrieb der übrigen Kraftwerke gestatten.

Da Pumpspeicherwerke hinsichtlich der Anlagekosten viel größere Bauvorhaben darstellen als die anderen Speicherarten, die prozentual schon ins Gewicht fallen, tritt hier die Wirtschaftlichkeit neben den betrieblichen Erwägungen vielmehr in den Vordergrund. Die Berechtigung des reinen Pumpspeicherwerkes wird also an niedrige Anlagekosten und damit an günstige örtliche Verhältnisse gebunden sein.

Es seien hier 2 Anlagen mit solchen günstigen örtlichen Verhältnissen hervorgehoben, die Werke Waldeck und Lac Noir. Hohes Gefälle mit verhältnismäßig kurzen Rohrleitungen und die Möglichkeit, als Unterbecken den Stausee der Edertalsperre zu benutzen, haben für den Bau des Werkes Waldeck gesprochen. Die Anlage ist ein typisches Beispiel für die liegende Anordnung der Maschinensätze mit hydraulischer Kupplung zwischen Generator und Pumpe. Das Werk dient zum Spitzenausgleich und als Stützpunkt im Netz der Preußenelektra, es arbeitet in der Hauptsache mit dem nicht weit abgelegenen Braunkohlenkraftwerk Borken zusammen. Über die näheren technischen Einzelheiten ist hier bereits berichtet worden[2]).

Das zweite interessante Werk ist das Speicherkraftwerk am Lac Noir. Nicht oft bietet die Natur so günstige Gelegenheiten zum Bau von Pumpspeicherwerken wie gerade hier[3]). Fast auf dem Kamm der Vogesen liegen die beiden natürlichen Seen, Lac Blanc und Lac Noir, mit einer mittleren Höhendifferenz von 115 m und einer Entfernung von 1 km. Es war naheliegend, diese Verhältnisse auszunutzen, zumal das Bedürfnis vorlag, das Wasserkraftwerk Kembs durch ein Spitzenkraftwerk zu ergänzen. Das Spitzenkraftwerk dient der Tagesspeicherung mit Ausgleich der Schwankungen im Unterbecken und einer zusätzlichen Jahresspeicherung im größeren Oberbecken. Das Waser fließt aus dem Lac Blanc durch einen Druckstollen und eine im Felsen verlegte Rohrleitung den Turbinen zu. Gewisse Schwierigkeiten entstanden dadurch, daß die beiden Seen zwei verschiedene Täler bewässern. Da die ganze Wassermenge verwendet werden sollte, mußte in der Weise auf die Wasserrechte der Bewohner dieser Täler Rücksicht genommen werden, daß man am Lac Noir eine Wasserverteilstation einbaute, die bestimmte vorgeschriebene Wassermengen dem Schwarzen Bach und durch eine Verbindungsleitung dem Weißen Bach zuleitet.

Mit Rücksicht auf die großen Wasserspiegelschwankungen wählte man die senkrechte Maschinenanordnung. Die Maschinensätze sind ähnlich denen des Schluchseewerkes, nur wurde hier auf die hydraulische Kupplung verzichtet, die ja bei senkrechter Anordnung schwer zugänglich ist. Während des Turbinenbetriebes läuft also der Pumpenrotor mit, das Wasser wird mit Druckluft aus dem Pumpengehäuse verdrängt und mit Hilfe einer selbsttätig arbeitenden Schwimmerregelung auf bestimmte Höhe im Pumpensaugrohr gehalten. Bei Pumpenbetrieb wird das Turbinengehäuse in ähnlicher Weise entleert. Beachtenswert ist die tiefe Lage des ganzen Maschinensatzes. Der Generator befindet sich 10 m unter dem höchsten Wasserstand; maßgebend war dabei ein genügender Zulaufdruck zur Pumpe bei niedrigstem Wasserstand, um die Kavitationsgefahr zu beseitigen. Bekanntlich wurde das Werk Anfang des Jahres 1934 von einer Katastrophe heimgesucht. Eine der Zuleitungen ist geborsten, wodurch nicht nur eine Anzahl Menschen den Tod fand, sondern auch die Anlage schwer beschädigt wurde. Das Pumpspeicherwerk Lac Noir ist ein typischer Fall für die Speicherung großer Überschußenergiemengen eines Laufkraftwerkes, das erst durch die Speicherung wirtschaftlich ausgenutzt werden kann.

Eine interessante Neukonstruktion, wenn auch an einer kleineren Anlage und nicht zum Zweck der Spitzenstromerzeugung, wurde beim Stauwerk Baldeney des Ruhrverbandes versucht. Außer den beiden vorhandenen Kaplan-Turbinen von rd. 6000 PS Leistung wurde erstmalig eine senkrechte Turbinenpumpe von 1800 PS aufgestellt. Sie hat die Aufgabe, einerseits im Sommer bei der geringeren Wasserführung der Ruhr die entsprechend kleine Wassermenge wirtschaftlich zu verarbeiten, anderseits bei nicht ausreichendem natürlichen Wasserzufluß das große Speicherbecken unter Zuhilfenahme von billigem Nachtstrom zu füllen. Eingehende Vorversuche haben die Ausführbarkeit einer solchen Kombination von Pumpe und Turbine in einer Maschine ergeben. Man wählte eine Turbine mit drehbaren Lauf- und feststehenden Leitradschaufeln, deren Wirkungsgrad sich von einer Turbine mit ebenfalls drehbaren Leitschaufeln bei höheren Belastungen nicht wesentlich unterscheidet. Es ist selbstverständlich, daß man bei einer derartigen Maschine nicht gleich gute Turbinen- und Pumpenwirkungsgrade erreichen kann. Soll der Turbinenwirkungsgrad nicht verschlechtert werden, so geht dies auf Kosten des Pumpenwirkungsgrades. Solche Turbinenpumpen, die sich ja wesentlich billiger bauen als die normalen Dreimaschinensätze könnten vielleicht dann Bedeutung haben, wenn der Pumpenbetrieb gegenüber dem Turbinenbetrieb zurücktritt, wenn es sich also nur um eine zusätzliche Pumpspeicherung handelt.

Neuere Vorschläge.

Daß der Gedanke der Speicherung durch technische Vervollkommnung der Stromversorgung nicht überholt wurde, beweist auch die Zahl der verschiedenen neuen Vorschläge und Arbeiten, die alle den Versuch darstellen, eine wirtschaftliche Form der Speicherung zu finden. Man kann diese Vorschläge in drei Gruppen teilen. Die erste Gruppe umfaßt diejenigen, die der Pumpspeicherung etwas Gleichwertiges an die Seite stellen wollen. Es sind hier die thermodynamische Speicherung von Marguerre und die hydrothermische Speicherung von Shishkoff zu erwähnen. Marguerre verdichtet und entspannt Dampf zwischen einem Ober- und Unterwärmespeicher. Shishkoff wendet eine Reibungsbremse an, deren Erzeugungswärme einem Dampfspeicher zugeführt wird. Die letztere Schaltung wurde als zusätzliche Einrichtung für Ebbe- und Flutkraftwerke entworfen und als Versuchsanlage an der englischen Küste gebaut. Marguerre gibt für ein durchgerechnetes Bauvorhaben für 15 000 kW

[2]) ETZ 54 (1933) S. 235.
[3]) ETZ 55 (1934) S. 864.

und 30 000 kWh die Anlagekosten mit rd. 175 bis 190 RM je kW an.

Die zweite Gruppe will die Wärmespeicherung unter Zuhilfenahme eines besonderen wärmeaufnahmefähigen Zwischenstoffes durchführen. Diphenyl, verschiedene Öle, Schmelzen usw. sollen hierfür verwendet werden. So verlockend auch der Gedanke ist, solche Stoffe mit hoher spezifischer Wärme und Siedepunkt bei sehr hohem Druck zu verwenden, so kranken sie doch alle an irgendwelchen unangenehmen Eigenschaften des betreffenden Stoffes. Die meisten dieser Vorschläge sind daher nicht einmal auf dem Papier zu einer ausgereiften Form gekommen.

Die dritte Gruppe umfaßt die Vorschläge zur indirekten Speicherung. Es sind dies hauptsächlich die Ideen von Noeggerath und anderen über die elektrolytische Wasserstofferzeugung, wobei Wasserstoff als Treibstoff für Fahrzeuge usw. oder wieder zur Stromerzeugung in Spitzenanlagen verwendet werden soll[4]).

Zu dieser Gruppe gehört aber auch die Speicherung beim Verbraucher selbst. Warmwasserspeicher und ähnliche Geräte sind ja zur Genüge bekannt. Ich möchte auf die neuesten Arbeiten Dettmars verweisen, dem es nach langen Versuchen nunmehr gelungen zu sein scheint, eine brauchbare und wirtschaftliche Speicherofenkonstruktion zu schaffen. Diese Art der Speicherung ist, wenn es sich nur um Verbesserung des Belastungsfaktors handelt, gewiß die wirkungsvollste. Allerdings sind damit die übrigen Vorteile der anderen Speicherungsarten, wie Reservewert usw., nicht zu erzielen.

[4]) ETZ 55 (1934) S. 999 u. 1013.

Zusammenfassung.

Das Anwendungsgebiet der Energiespeicherung ist durch die Vervollkommnung des Kraftwerksbaues sowie durch die ungenügende Ausnutzung der Erzeugungsanlagen in den letzten Jahren eingeschränkt worden. Wie jedoch die in der letzten Zeit gebauten Speicheranlagen zeigen, ergeben sich auch bei dem heutigen Stand für die Speicherung eine Reihe von betrieblich vorteilhaften und wirtschaftlichen Einbaumöglichkeiten, vor allem wenn die Belastung der Werke eine Erweiterung der Anlagen erforderlich macht. Augenblicks- und Schnellreserve, Verwertung von Überschußenergie, Ausgleich der Belastung bei starken Schwankungen sind auch heute die Hauptvorzüge der Speicherung. Neue Speicherungsverfahren, die in letzter Zeit vorgeschlagen wurden, befinden sich noch im Entwicklungszustande und sind in praktischen Betrieben noch nicht erprobt.

Energiewirtschaft.

621. 311. 1. 003 (43) **Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]).** — Für den Mai 1935 ergibt sich eine Zunahme der Erzeugung der 122 Kraftwerke gegen den Vormonat um 48,5 Mill kWh (3,4 %), während die Produktion arbeitstäglich diesem gegenüber um 0,4 Mill kWh gesunken ist. Beim Vergleich mit dem Mai 1934 findet man eine Erhöhung um 269,9 Mill kWh (22,2 %), die je Arbeitstag 8,8 Mill kWh (17,4 %) ausmachte. Der von den 103 Werken festgestellte gewerbliche Verbrauch übertraf im April den des gleichen Monats von 1934 um 68,5 bzw. arbeitstäglich um 2,8 Mill kWh (14 bzw. 13,4 %) und war in letzterer Beziehung auch um 1,3 Mill kWh (6 %) größer als im März, blieb aber insgesamt um 12,4 Mill kWh (2 %) hinter diesem zurück.

Monat	von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch			
							insgesamt Mill kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934
I.	1697,8	1425,2	65,3	55,8	592,5	501,0	22,8	19,3	4,54	3,97
II.	1476,7	1285,3	61,5	53,6	550,1	474,4	22,9	19,8	4,56	4,09
III.	1534,4	1337,1	59,0	51,4	579,6	509,4	22,3	19,6	4,41	4,04
IV.	1433,2	1249,4	59,7	52,1	567,2	498,7	23,6	20,8	4,64	4,27
V.	1481,7	1211,8	59,3	50,5	.	508,8	.	21,2	.	4,32

fm.

Rasch wachsender Stromverbrauch in Nigeria. — In vier wichtigen Städten der britischen Kolonie Nigeria (869 000 km² mit 19,2 Mill Einwohnern) hat sich im Jahre 1933 die nutzbare Stromabgabe um über 19 % von 5,79 auf 6,93 Mill kWh gesteigert (Zahlentafel 1). An der raschen

Zahlentafel 1. Der Stromverbrauch in Nigeria.

Stadt	Zahl der Elektrizitätsabnehmer		kWh-Verbrauch je Einwohner im Versorgungsgebiet 1933
	1932	1933	
Lagos	3676	4299	415
Port Harcourt	647	686	207
Kaduna	426	570	133
Enugu	836	1138	155

Aufwärtsentwicklung hat nach kürzlich veröffentlichten Mitteilungen des Public Works Department die Vermietung elektrischer Kochgeräte einen wesentlichen Anteil. Auch die Zahl der elektrischen Lüfter hat sich rasch vermehrt.

[1]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 776; 56 (1935) S. 777.

Die mehr als 100 000 Einwohner zählende Stadt Lagos, die wichtigste, am Endpunkt der Ostbahn gelegene Handelsstadt des Landes, verzeichnet trotz stark verschärfter Prüfung der angeführten Installationsgeräte einen erheblichen Zuwachs an Neuanschlüssen; eine verstärkte Werbetätigkeit für elektrische Haushaltsgeräte aller Art wirkte sich günstig aus. In Port Harcourt, der zweitwichtigsten Handelsstadt, erhöhte sich die Zahl der Elektrizitätsabnehmer 1933 nur um knapp 8 %. In Kaduna, der Hauptstadt der Nordprovinzen (an der Vereinigung der Ost- und der Westbahn gelegen), wurde die Werbearbeit zur Gewinnung neuer Abnehmer und zur stärkeren Anwendung elektrischer Haushaltsgeräte gesteigert. Die Kohlenstadt Enugu verzeichnet eine Erhöhung der Stromabnehmerzahl um nicht weniger als 36 %. [Electr. Rev., Lond., 116 (1935) S. 921.] *A. Fr.*

GESCHÄFTLICHE NACHRICHTEN.

Aus der Geschäftswelt. — In das Handelsregister wurden eingetragen: Rundfunksäulen G. m. b. H., Köln (20 000 RM): Bau und Vertrieb von Rundfunksäulenanlagen und der damit im Zusammenhang stehende Handel mit Rundfunk-, Verstärker- und Alarmgeräten; Windkraftwerk Teubert G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Bau und Betrieb eines Windkraftwerkes nach Plänen und Entwürfen Teubert und Verwertung der an dem Werk gewonnenen Kraft, die als elektrischer Strom und als Druckluft für verschiedene Zwecke an andere Unternehmungen abgegeben wird.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Elektroaußenhandel der Niederlande 1934. — Die holländische Elektroausfuhr betrug im Jahr 1934 97,2 Mill RM. Sie ist damit gegenüber dem Vorjahr um 6,1 Mill RM oder 6,7 % gestiegen, die holländische Elektroeinfuhr stieg im gleichen Zeitraum um 1,1 Mill RM oder 2 % auf insgesamt 52,5 Mill RM.

Wichtigste Warengruppen sind in der Ausfuhr nach wie vor die Gruppen Drahtlose Telegraphie und Telephonie und Glühlampen, die zusammen beinahe 90 % der Ausfuhr ausmachen. Leider werden für diese Gruppen Angaben über die ländermäßige Ausfuhr nicht veröffentlicht, so daß in der Zahlentafel 1 nur die holländische Gesamt-Elektroausfuhr dargestellt werden konnte. Hauptträger der Zunahme waren die Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie mit einer Ausfuhrsteigerung von 8 Mill RM oder 12 %, während die Glühlampenausfuhr um 3,2 Mill RM oder 22 % zurückging.

In der Einfuhr (Zahlentafel 2) liegt die Zunahme ebenfalls hauptsächlich bei den Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie (+ 6,1 Mill RM oder 50 %).

Zahlentafel 1. Holländische Elektro-Ausfuhr 1934.

Gegenstand	1932			1933			1934		
	dz	1000 RM	%	dz	1000 RM	%	dz	1000 RM	%
Elektrische Maschinen	9 702	1 990	2,2	10 458	1 934	2,1	11 241	1 954	2,0
Kabel u. isolierte Leitungen	36 082	2 656	3,0	55 372	3 010	3,3	43 314	2 530	2,6
Telegraphie u. Telephonie									
mit Draht	2 160	431	0,5	954	261	0,3	1 070	249	0,3
ohne Draht	63 585	65 337	74,1	67 896	67 568	74,2	82 117	75 834	78,0
Glühlampen mit Metallfaden	[1]) 195 972	12 717	14,4	[1]) 237 527	14 639	16,1	[1]) 211 912	11 376	11,7
Nicht bes. ben. el. App. u. Vorrichtungen[2])	8 350	4 432	5,0	9 117	3 336	3,6	12 650	4 987	5,1
Sonstiges[3])	4 182	683	0,8	3 666	349	0,4	[4]) 3 361	298	0,3
Insgesamt		88 246	100		91 097	100		97 228	100

[1]) 100 Stück. — [2]) hierin u. a.: Schaltapp., Install.-Material, Koch- u. Heizapparate. — [3]) Lokomotiven, Triebwagen, Bogenlampen, Staubsauger, Radlicht, Isolierrohr. — [4]) außerdem 4245 Radlichtanlagen.

Zahlentafel 2. Holländische Elektro-Einfuhr 1934.

	Gesamt-Elektro-Einfuhr							davon 1934 aus: (in 1000 RM)							
	1932		1933		1934										
	dz	1000 RM	dz	1000 RM	dz	1000 RM	%	Deutschland	Großbritann.	Schweiz	Belgien-Luxbg.	Schweden	V. St. Amer.	Frankreich	Sonst.
Elektrische Maschinen	13 453	3 499	31 990	7 652	21 184	4 321	8,2	2 114	442	320	296	538	433	70	108
Kabel u. isolierte Leitungen	115 830	6 853	94 520	5 183	77 270	4 596	8,7	3 532	45	305	439	29	30	16	200
Telegraphie u. Telephonie															
mit Draht	30 973	9 034	29 813	6 865	30 158	6 766	12,9	5 121	343	43	513	198	387	29	132
ohne Draht	22 482	13 827	23 061	12 175	35 573	18 263	34,9	8 132	4 377	1 680	834	98	561	1 139	1 442
Glühlampen m. Metallfaden	[1])67 220	1 478	[1])37 715	1 174	[1])29 457	981	1,9	367	39	14	145	42	—	8	366
Staubsauger	5 939	3 717	7 833	4 303	5 214	3 022	5,7	1 515	230	—	1	1 001	163	7	105
Radlicht (Dynamos mit Reflektor)[2])	.	.	.	.	[1]) 3 937	1 583	3,0	1 286	4	227	—	—	—	—	66
Eiserne Isol.-Röhren f. el. Lichtleitungen[3])	23 770	975	34 210	1 251	19 150	483	0,9	453	—	—	—	—	—	—	30
Nicht bes.ben. el. App. u. Vorrichtungen[4])	59 755	14 163	51 418	12 704	47 514	12 353	23,5	8 979	625	1 294	205	290	441	179	340
Sonstiges[5])	746	187	745	166	598	159	0,3	83	12	27	10	—	—	4	23
Insgesamt 1932		53 733		.		.	.	34 729	3 458	2 126	3 766	1 885	1 441	1 266	5 062
1933		.		51 473		.	.	30 603	6 504	3 690	3 021	1 600	1 697	1 181	3 177
1934		.		.		**52 527**	**100**	**31 582**	**6 117**	**3 910**	**2 443**	**2 196**	**2 015**	**1 452**	**2 812**
Prozentualer Anteil der Länder an der holländischen Gesamt-El.-Einfuhr.															
1932		100						64,8	6,4	3,9	7,0	3,5	2,7	2,3	9,4
1933				100				59,5	12,6	7,2	5,9	3,1	3,3	2,2	6,2
1934						**100**		**60,1**	**11,6**	**7,5**	**4,7**	**4,2**	**3,8**	**2,8**	**5,3**

[1]) 100 Stück. — [2]) erst seit 1934 getrennt ausgewiesen, vorher bei Azethylenlampen. — [3]) bis 1933 einschl. anderer Röhren, gefalzt, gelötet usw. — [4]) hierin u. a.: Schaltapparate, Install.-Material, Koch- u. Heizapparate. — [5]) Lokomotiven, Triebwagen, Bogenlampen.

Die Einfuhr von Telegraphie und Telephonie mit Draht und der Sammelposition der nicht besonders benannten elektrische Apparate hat sich nicht wesentlich verändert, während sie bei Maschinen um mehr als 40 %, bei Staubsaugern um faßt 30 %, bei Kabel und Draht um mehr als 10 % gedrosselt wurde.

Deutschland lieferte etwa 60 % der Einfuhr, es folgen als nächst wichtige Bezugsländer Großbritannien und Schweiz mit zusammen fast 20 % der holländischen Einfuhr.

International Telephone and Telegraph Corp., New York (I. T. T.), im Jahre 1934. — Das finanzielle Ergebnis dieses Schwachstromkonzerns ist infolge der internationalen Streuung seiner Beteiligungen und seiner Teilnahme am zwischenstaatlichen Nachrichtenverkehr stark abhängig von der wirtschaftlichen Lage in den einzelnen Ländern und dem Umfang des Welthandels. Dank dieser Vielseitigkeit kann die I. T. T. für 1934 über größere Roheinnahmen und einen verdreifachten Gewinn berichten (s. Zahlentafel 1). Dabei beruht der erheblich gesteigerte Reingewinn

Zahlentafel 1. International Telephone and Telegraph Corp. I.T.T. (einschließlich Konzerngesellschaften).

Jahr	Aktienkapital Stammaktien der I. T. T.	Betriebsanlagen und Besitzungen	Beteiligungen der I. T. T.[1])	Roheinnahmen	Reingewinn (+)[2]) Reinverlust (—)	Umsatz der Fabrikationsges.
	in 1000 $[3])					
1930	215 606	394 688	67 640	104 473	+ 13 750	80 323
1932	214 526	407 204	82 616	67 527	— 3 935	40 497
1933	214 523	408 674	85 829	73 960	+ 694	42 465
1934	214 523[4])	410 149	70 740	79 258	+ 2 080	54 901

[1]) Einschl. Vorschüsse an Konzerngesellschaften.
[2]) Nach Abzug von Abschreibungen, Rückstellungen, Zinsen und Dividenden auf Vorzugsaktien.
[3]) Aus Gründen der Bilanzkorrektheit konnte eine Umrechnung in Reichsmark nicht vorgenommen werden.
[4]) Außerdem 36,3 Mill (wie i. V.) Vorzugsaktien von Konzerngesellschaften.

fast ausschließlich auf einer Gewinnverdoppelung der Fabrikationsunternehmungen (16,6 % der Beteiligungen), während sich der Ertrag des Fernsprechbetriebes (62,0 % d. B.) vermindert hat und im Telegraphen-, Kabel- und Funkwesen (20,1 % d. B.) ein neuer Verlust entstanden ist. Der gute Abschluß der Fabrikationsgesellschaften ist neben den höheren Umsätzen auch auf eine Senkung der Produktionskosten zurückzuführen. Die Zahl der von der I. T. T. betriebenen Fernsprechstellen betrug am Jahresende 853 763 gegenüber 815 123 i. V. und 688 052 im Jahre 1930. — In Zahlentafel 2 ist die

Zahlentafel 2. Verteilung der Kapitalanlagen der I. T. T. nach Ländern.

Länder	Anteil in %	Länder	Anteil in %
Argentinien	26,74	Frankreich	2,27
V.S.Amerika	22,13[1])	Schweden	1,83
Spanien	15,87	Brasilien	1,45
Chile	4,95	Ungarn	1,37
Mexiko	4,81	China	1,15
England	4,17	Japan	0,88
Deutschland	3,37	Peru	0,80
Kuba	3,16	Puerto Rico	0,68
Rumänien	2,78	Belgien	0,42

[1]) Einschl. Anlagen bei Kabelgesellschaften.

ländermäßige Verteilung der Kapitalanlagen der I. T. T. dargestellt, die von der Gesellschaft erstmalig veröffentlicht wird und den internationalen Charakter des Konzerns bestätigt.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 12. Juli 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 25. Juli 1935 | Heft 30

Schaltung und Steuerung der unmittelbaren Umrichter.

Von K. Kettner und G. Reinhardt, Berlin.

621. 314. 27

Übersicht. Der Aufbau unmittelbarer Umrichter soll beschrieben werden. Die Darstellung führt vom Gleichrichter über den einstufigen Umrichter mit unverbesserter und verbesserter Spannungskurve zum zweistufigen Zweispannungs- und Doppelumrichter. Die Beschreibung soll die Analogie kennzeichnen, die zwischen der Entwicklung vom Gleichrichter mit einfacher Anodenbeteiligung (bei dem nur jeweils eine Phase arbeitet) zum Gleichrichter mit mehrfacher Anodenbeteiligung einerseits und dem einstufigen Umrichter zum zweistufigen Umrichter anderseits besteht. Die weiteren Ausführungen beschäftigen sich mit den Steuerstromkreisen und den einzelnen Bedingungen, um die oben aufgezeigten Umformungen zu verwirklichen.

I. Aufbau der Umrichter.

Die Umformung von Wechselstrom gegebener Frequenz in Wechselstrom anderer Frequenz über stationäre Umformer, insbesondere die Gewinnung von niederperiodigem Einphasenstrom für die Versorgung von Bahnlinien aus den Hochspannungs-Drehstromnetzen der Landesversorgung gewinnt an praktischer Bedeutung, seit es gelungen ist, für die Starkstromtechnik verwendbare Energiemengen mittels gesteuerter Entladungsstrecken zu beherrschen.

A. Grundschaltungen. Arbeiten derartige Umformer ohne Zwischenschaltung anderer Stromarten, beispielsweise von Gleichstrom, so bezeichnet man sie als unmittelbare Umrichter. Ihr grundsätzlicher Aufbau ergibt sich aus den Bedingungen, daß sie in der Lage sein müssen,

1. aus der Primärspannung in jedem Augenblick eine für die zu erzeugende Sekundärspannung passende Größe auszuschneiden,
2. Sekundärstrom und -spannung in den durch die Sekundärfrequenz gegebenen positiven und negativen Halbwellen zu liefern.

Die erste Forderung kann mit jedem von mehrphasiger Wechselspannung gespeisten System mit gesteuerten Entladungsstrecken erfüllt werden. Eine derartige Anordnung zeigt die Abb. 1 unter Zwischenschaltung eines Transformators mit sekundärer Sternschaltung und mit einem mehranodigen Gefäß. Hier setzt sich die erzeugte Gleichspannung aus den unmittelbar aufeinander folgenden positiven Größtwerten einer Sechsphasenspannung zusammen.

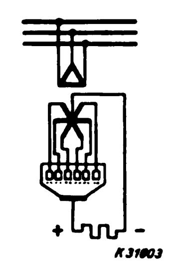


Abb. 1. Stromrichtersystem zur Erzeugung periodisch veränderlicher Spannungen.

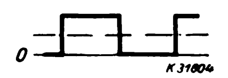


Abb. 2. Mit einem einzigen System gebildete Wechselspannung mit überlagertem Gleichstromglied.

Steuert man solche Systeme nicht durch, sondern öffnet und schließt man den Gleichstromkreis periodisch mittels der Gittersteuerung, so erhält man, abgesehen von den durch die endliche Phasenzahl bedingten Besonderheiten in erster Annäherung rechteckförmige Ausschnitte aus der Gleichspannung, wie sie Abb. 2 zeigt. Mit einer solchen Anordnung könnte man also auch die zweite Bedingung der wechselnden Stromrichtung erfüllen, wenn man durch geeignete Mittel die Wechselspannungskomponente der erzeugten Sekundärspannung vom Gleichspannungsgliede trennen könnte. Indessen läßt sich diese Scheidung wirtschaftlich nicht durchführen, so daß man zur Erfüllung dieser Forderung andere Wege geht, die die Erzeugung des Gleichstromgliedes von vornherein vermeiden.

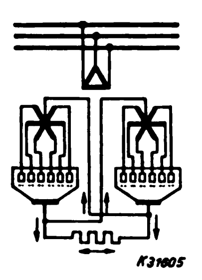


Abb. 3. Umrichter-Grundschaltung mit galvanischer Kopplung der Systeme.

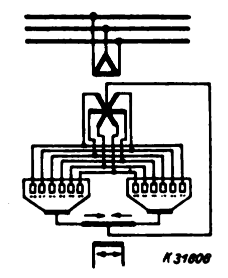


Abb. 4. Umrichter-Grundschaltung mit induktiver Kopplung der Systeme.

Um die Spannungskurve ohne Gleichspannungsglied zu erzeugen, werden zwei Einrichtungen nach Abb. 1 so zusammengeschaltet, daß sie im Takte der zu liefernden Frequenz abwechselnd arbeiten; dabei überträgt die eine Anordnung die positive und die andere die negative Halbwelle des Sekundärstromes.

Die Zusammenfügung der beiden Halbwellen kann galvanisch oder induktiv erfolgen. Die galvanische Zusammensetzung erhält man durch eine Kombination zweier Systeme der Abb. 1 entsprechend der Abb. 3. Diese Schaltung bietet die Möglichkeit, den Verbraucher unmittelbar zu speisen, wenn die gewünschte Spannung die Sperrspannungsgrenze der Entladungsstrecken nicht übersteigt.

Für eine transformatorische Zusammenfügung der Halbwellen besteht die Möglichkeit, beide Sekundärsysteme für jede Halbwelle entweder mit den Kathoden ihrer Gefäße oder mit den Sternpunkten ihrer Transformatorwicklungen zusammenzufassen. Die Vereinigung der Kathoden gestattet die Verwendung eines einzigen gemeinsamen Gefäßes. Die Verbindung der Sternpunkte führt zu einer Schaltung gemäß Abb. 4, welche eine Verminderung der Transformatorwicklungen erlaubt. Während die erstere Schaltung den Vorzug besitzt, daß man das Entladungsgefäß für beide Halbwellen zusammenfassen und erden kann, bietet die zuletzt genannte Schaltung den Vorteil, daß man die Sekundärwicklung des Vordertransformators besser ausnutzen kann, da sie während beider Halbwellen des Stromes arbeitet.

Faßt man sowohl die Kathode als auch die Sternpunkte beider Hälften zusammen, so muß man zur Trennung der



beiden Halbwellen ein weiteres zweianodiges Entladungsgefäß vorsehen, dessen Anoden in den Stromkreis je einer Halbwelle geschaltet werden und dessen Kathode in dem für beide Halbwellen gemeinsamen Kreise liegt. Diese Schaltung unterscheidet sich als letzte Stufe vor dem Übergang zum Umrichter mit Gleichstrom-Zwischenglied von diesem nur noch durch die Steuerung des mehrphasigen Stromrichters.

Hinsichtlich ihrer technischen Eigenschaften, der möglichen Frequenzverhältnisse, der elastischen, frequenzunabhängigen Kupplung der Netze, der Übertragung von Blindleistung usw. sind die aufgeführten Grundschaltungen einander vollkommen gleichwertig.

B. Umrichter mit verbesserter Spannungskurve. Zur Verringerung des Oberwellengehaltes der etwa rechteckigen Spannungskurve hat man verschiedene Wege eingeschlagen, welche die Spannung mehr oder weniger der angestrebten Sinusform annähern. Neben den zu beschreibenden Verfahren zur Verbesserung der Spannung gilt grundsätzlich für alle Umrichterarten, daß man in der Erhöhung der primären Phasenzahl ein Mittel zur Senkung der Oberwelligkeit der erzeugten Spannungen besitzt. Um die charakteristischen Eigenarten der verschiedenen Umrichter besser hervortreten zu lassen, sind die folgenden Beispiele in der Phasenzahl dargestellt, die in der Einphasenspannung eine etwa sechsphasige Welligkeit ergibt.

1. Steuerumrichter[1]). Eine naheliegende Änderung der Spannungsform ist die, durch die an sich notwendige Steuerung der Entladungsstrecken Einfluß auf die Gestaltung der Spannung zu nehmen. Wendet man das aus der Gleichrichtertechnik her bekannte Verfahren der Spannungsregelung derartig auf die Steuerung des Umrichters an, daß man die Höhe der Spannung im Takte der verlangten Frequenz nach einer Sinusfunktion ändert, so erhält man als mittlere Kurve der erzeugten Spannung die gewünschte Sinuswelle[2]), der im wesentlichen eine von der Phasenzahl des Umrichters abhängige starke Oberwelle überlagert ist. Die Ordnungszahl der Oberwellen nimmt mit kleiner werdendem Frequenzverhältnis bei konstanter Phasenzahl auf der Sekundärseite des Umrichtertransformators ab und ihre Amplitude zu; der Umrichter ist daher nur für große Frequenzuntersetzungen verwendbar.

2. Trapezkurven-Umrichter[3]). Dieselbe Schaltung der Hauptstromkreise mit einer anderen Art der Steuerung führt zu dem Trapezkurven-Umrichter, der seine Spannung durch Aneinanderreihen einer vom Frequenzverhältnis gegebenen Anzahl Teilstücke der Primärspannung bildet und sie der Sinusform dadurch annähert, daß er den Anstieg der ersten und den Abstieg der letzten Teilspannung für die Formgebung der Spannungskurve benutzt. Zu diesem Zweck erfordern Anfang und Ende jeder Halbwelle eine besondere Steuerung.

Die mit dem Trapezkurven-Umrichter gelieferte Spannung besitzt im allgemeinen sämtliche ungeradzahligen Harmonischen und davon die niederen, also 3., 5. und 7., in ansehnlicher Größe. Eine praktische Verwendung ohne zusätzliche, die Oberwelligkeit begrenzende oder kompensierende Einrichtungen ist daher für die weitaus meisten Fälle unwahrscheinlich.

3. Umrichter mit abgestufter Spannung. Eine bessere Annäherung der erzeugten Spannung an die Sinusform läßt sich erreichen, wenn man wie beim Trapezkurven-Umrichter die Teilspannungen voll aussteuert, aber ihre Amplituden verschieden groß wählt. Das bekannteste Beispiel für diese Umrichterart ist der sog. Hüllkurven-Umrichter[4]), bei dem die Spannungen derart abgestuft sind, daß die Einhüllende der erzeugten Einphasenspannung eine Sinuslinie ist. Für ein Frequenzverhältnis $f_1 : f_2 = 3 : 1$ ergibt sich damit die Spannung nach Abb. 5; sie enthält alle ungeraden Harmonischen.

Die Teilspannungen des Transformators ergeben sich aus den Bedingungen, daß

1. die Spannungen auf dem Sechphasenstern liegen,
2. die Spannungen die Einhüllende tangieren.

[1]) M. Schenkel, Elektr. Bahnen 8 (1932) S. 69.
[2]) M. Schenkel, ETZ 53 (1932) S. 769.
[3]) R. Tröger Elektr. Bahnen 8 (1932) S. 51.
[4]) Meyer-Delius, Elektr. Bahnen 8 (1932) S. 61.

Die Abstufung der Spannungen nach dem Grundsatz der einhüllenden Sinuslinie ergibt zwar eine durchaus brauchbare Kurvenform; da aber der Oberwellengehalt der Spannungskurve für die Güte der Einphasenspannung bestimmend ist, ist es grundsätzlich richtiger, die Abstufung in der Weise vorzunehmen, daß die erzeugte Wechselspannung einen Kleinstwert an Oberwellen enthält.

4. Zweispannungs-Umrichter. Eine weitere Verbesserung der Spannungskurven läßt sich durch Kombination mehrerer Spannungen erzielen, indem man mindestens zwei Entladungsstrecken in Reihen- oder Parallelschaltung stets gleichzeitig arbeiten läßt und ihre Resultierende dem Verbraucher zuführt. Die Auswahl der Teilspannungen geschieht dabei unter dem Gesichtspunkt, daß der Oberwellengehalt der erzeugten Spannungskurve möglichst klein wird. Von den Teilspannungen solcher Umrichter läßt sich in den allermeisten Fällen wenigstens eine als Trapezspannung ausführen. Diese Zweispannungs-Umrichter arbeiten meist mit zwei zusammengesetzten Spannungen; jedoch sollen die Umformungsmöglichkeiten und der Name nicht auf die Verwendung von zwei Teilspannungen beschränkt sein.

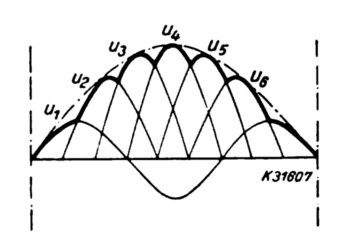


Abb. 5. Spannungshalbwelle eines Hüllkurven-Umrichters.

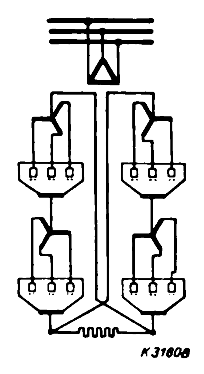


Abb. 6. Grundsätzliche Schaltung eines Umrichters für Spannungsaddition.

Die verschiedenen Formen der Zweispannungs-Umrichter gehen durch Anwendung der vier Grundrechnungsarten der Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division hauptsächlich aus dem Trapezkurven-Umrichter hervor.

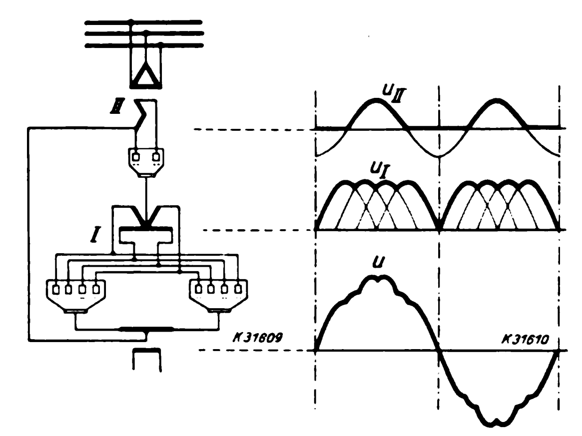


Abb. 7. Schaltung eines Umrichters mit Spannungsaddition zur Umformung von Drehstrom 50 Hz in Einphasenstrom 25 Hz.

Abb. 8. Teil- und Gesamtspannungen des Umrichters Abb. 7.

Für die Spannungsaddition und -subtraktion ist die grundlegende Schaltung, die dem Aufbau des einfachen Umrichters nach Abb. 3 entspricht, in der Abb. 6 dargestellt. Hierbei besteht jede Umrichterhälfte für je eine Stromhalbwelle aus einer Reihenschaltung von zwei Gleichrichtergruppen, wobei durch die mit der Steuerung mögliche Auswahl der Anodenspannungen eine Addition oder Subtraktion der in jeder Einzelgruppe zur Verfügung stehenden Spannungen möglich ist. Ähnlich wie die Grundschaltungen läßt sich auch dieser Aufbau eines Additionsumrichters durch Zusammenlegung von Kathoden zweier Gefäße oder der Sternpunkte zweier Systeme vereinfachen.

Als Beispiel für einen solchen Umrichter soll die Frequenzumformung für ein Frequenzübersetzungsverhältnis von 2 : 1 in Abb. 7 erläutert werden. Aus der Abbildung geht hervor, wie in dem Teil *I* die Teilspannung u_I mit etwa trapezförmigem Verlauf und im Teil *II* die Teilspannung u_{II} erzeugt wird, die aus einer einzigen Halbwelle der Primärspannung besteht. Aus der Schaltanordnung geht hervor, daß es möglich ist, für den Teil *II* Wicklungen und Gefäße, für den Teil *I* außerdem die Wicklungen zusammenzufassen. Für den die Trapezspannung liefernden Teil *I* ist demnach die Grundschaltung nach Abb. 4 verwendet. Durch eine entsprechende Schaltung kann man hier mit zwei mehranodigen Gefäßen auskommen.

Bei allen Anordnungen liegt an dem Hintertransformator die Summe oder Differenz der in den Gleichrichterkreisen wirksamen Spannung, wie dies beispielsweise aus Abb. 8 hervorgeht.

Allgemein ist zu den vereinfachten Schaltungen für die Spannungsaddition zu sagen, daß die Aufteilung in die positive und negative Stromhalbwelle des erzeugten Stromes in nur einem Additionsgliede vorgenommen zu werden braucht, während alle übrigen Glieder im allgemeinen nur einmal für beide Halbwellen vorzukommen brauchen. Bei diesen Schaltungen führen die Glieder, die für jede Halbwelle einzeln vorhanden sind, Ströme wie die früher beschriebenen Umrichter und die für beide Halbwellen gemeinsamen Glieder Gleichstrom, der mit doppelter Frequenz der erzeugten Spannung pulsiert und sich aus den aneinandergereihten positiven Halbwellen des erzeugten Stromes zusammensetzt.

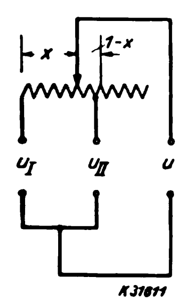


Abb. 9. Ersatzschaltung für Umrichter mit Spannungsmultiplikation und -division.

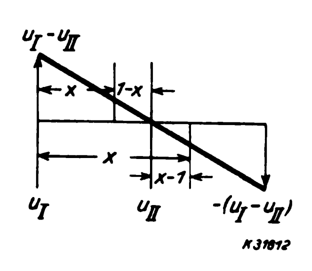


Abb. 10. Entstehung der Gesamtspannung aus den Einzelspannungen beim Umrichter mit Spannungsmultiplikation.

Für die Erläuterung der Umrichteranordnungen mit Spannungsmultiplikation bzw. -division dient die Abb. 9. Die Reihenschaltung der gleichzeitig arbeitenden Entladungsstrecken wird durch eine Parallelanordnung ersetzt; die gleichzeitig arbeitenden Teilspannungen u_I und u_{II} liegen mit einem Pol am Verbraucher, mit den anderen Polen je an einer festen Stelle eines Transformators, der die Differenz der beiden Spannungen aufnimmt. Von einer anderen Anzapfung des Transformators wird das andere dem Verbraucher zugeführte Potential abgegriffen. Je nachdem, ob diese Anzapfung innerhalb oder außerhalb der festen Stellen mit den Teilspannungen liegt, wirkt der Transformator als Spannungsdivisor oder -multiplikator.

Die Spannungsverhältnisse am Transformator gehen aus Abb. 10 hervor. Zählt man die Spannungen im Transformatorkreis, so wie in Abb. 9 angedeutet, so wird die Spannung am Transformator

$$u_t = u_I - u_{II}. \tag{1}$$

Diese Transformatorspannung verteilt sich auf die Wicklung linear nach Abb. 10. Greift man also am Transformator die dem Verbraucher zuzuführende Spannung an einer Stelle x ab, gerechnet vom Zuführungspunkt der Spannung u_I zum Anschlußpunkt der Spannung u_{II} hin, wobei x in Teilen der gesamten zwischen u_I und u_{II} liegenden Windungen ausgedrückt sein soll, so erhält man für den Verbraucherkreis die resultierende Spannung

$$u = u_I - x\,(u_I - u_{II}). \tag{2}$$

Dies ergibt für $x = 1/2$, wenn die Anzapfung für die Last in der Mitte liegt,

$$u = \frac{1}{2}\,(u_I + u_{II}). \tag{3}$$

Befindet sich der Angriff für die Verbraucherspannung außerhalb der Zuführungen der Teilspannungen, so wird $x > 1$.
Für $x = 2$ geht Gl. (2) über in

$$u = 2\,u_{II} - u_I = 2\left(u_{II} - \frac{1}{2}\,u_I\right). \tag{4}$$

Es soll daher für

$x < 1$ von einer Spannungsdivision,

$x > 1$ von einer Spannungsmultiplikation

gesprochen werden, wobei dem behandelten Transformator die Aufgabe der Spannungsteilung bzw. -multiplikation zufällt. Eine geometrische Darstellung der Spannungsverhältnisse bei sinusförmigem Verlauf zweier phasenverschobener ungleich großer Teilspannungen u_I und u_{II} zeigt, daß sich als Resultierende wieder Sinusspannungen ergeben, die jedoch insbesondere bei Multiplikation stark gegen die Teilspannungen verschoben sein können.

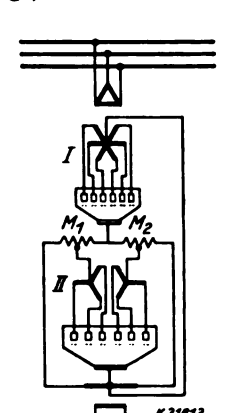


Abb. 11. Grundsätzliche Schaltung eines Umrichters mit Spannungsmultiplikation.

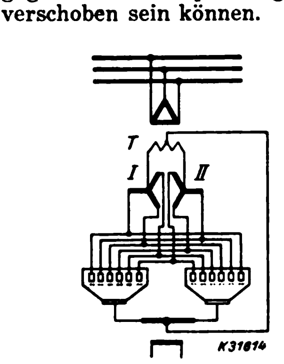


Abb. 12. Grundsätzliche Schaltung eines Umrichters mit Spannungsdivision.

Den grundsätzlichen Aufbau solcher Umrichter gibt Abb. 11 für Spannungsmultiplikation wieder. Der Umrichter besitzt auf der Sekundärseite 2 Transformatorgruppen mit Entladungsstrecken *I* und *II*, die je eine Teilspannung gleichzeitig liefern und dabei über die Multiplikatoren M_1 und M_2 parallel, und zwar wegen der Stromrichtung gegeneinander geschaltet sind. Abb. 12 zeigt den entsprechenden grundsätzlichen Aufbau eines Umrichters mit Spannungsteilung. An die über den Spannungsteiler *T* zusammengeschalteten Gruppen *I* und *II* sind in Parallelschaltung zwei Entladungsgefäße, je eines für jede Halbwelle des erzeugten Stromes, angeschlossen. Der Spannungsteiler erzwingt mit seinem Amperewindungsgleichgewicht das gleichzeitige Arbeiten der beiden Systeme und führt von seiner Mittelanzapfung dem Verbraucher die oben berechnete Spannung zu. Diese kann wieder durch Auswahl geeigneter Teilspannungen der gewünschten Form angepaßt werden. Als Beispiel für die mit einem Umrichter für Spannungsteilung erzeugte Spannungskurve für ein Frequenzübersetzungsverhältnis von 3 : 1 ist in Abb. 13 eine Halbwelle

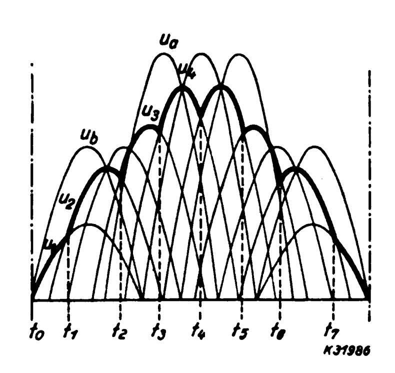


Abb. 13. Halbwelle der Einphasenspannung eines Umrichters mit Spannungsdivision bei 2 Spannungsstufen und einem Frequenzverhältnis 3 : 1.

für die Spannung dargestellt, die sich mit einem Umrichter nach Abb. 12 ergibt, wenn man auf jeder Phase eine Spannung u_a und eine Spannung u_b vorsieht und außerdem die Sternpunkte der Dreiphasenwicklungen an je eine Anode führt. Man erhält dann die dargestellte Spannung, indem man zur Zeit t_0 die dem Sternpunkt eines Systems zugeordnete Anode und die einer Spannung u_b des anderen Systems zugeordnete Anode in demselben Gefäß freigibt. Dies ergibt dann am Verbraucher die Spannung u_1. Zur Zeit t_1 gibt man an Stelle der Nullpunktsanode für das eine System die Spannung u_b desselben Systems frei, welche gegen die bereits arbeitende Spannung u_b des ersten Systems um 60 ° nacheilt; damit erhält man die Spannung u_2. Zur Zeit t_2 gibt man im ersten System die darauf folgende Spannung u_a frei, so daß man als resultierende Spannung u_3 erhält; bei folgerichtiger Fortsetzung dieses Zyklus entsteht dann die Spannung Abb. 13.

Die Bedeutung der Zweispannungsumrichter besteht darin, daß es möglich ist, diese für niedrige primäre Phasenzahlen auszulegen und trotzdem eine Sekundärspannung zu erzeugen, die höherphasigen Anordnungen entspricht. Man ist damit also in der Lage, die aus der Gleichrichtertechnik her bekannten Vorteile der Schaltungen mit verlängerter Anodenbrenndauer auch beim Umrichter zu erzielen.

5. **Doppelumrichter.** Die Möglichkeit, bei der Umformung von Wechselströmen die Energie induktiv zu übertragen, gestattet für die Umrichtungsverfahren, bei denen zwei und mehr Spannungen zusammengesetzt werden, die für die Zweispannungsumrichter erforderliche galvanische Verbindung in zwei oder mehr selbständige Teilumrichter zu überführen. Dann erfolgt die Zusammenfügung der von den Teilumrichtern erzeugten Teilspannungen auf der Sekundärseite. Die Vorteile solcher Anordnungen sollen an einem Beispiel erläutert werden.

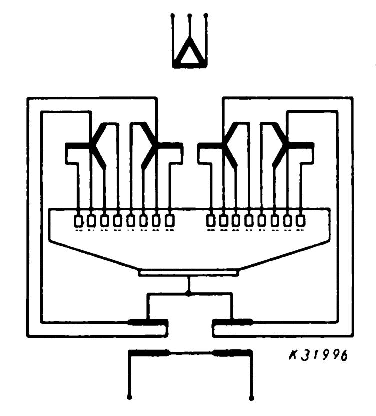


Abb. 14. Grundsätzliches Schaltbild eines Doppelumrichters.

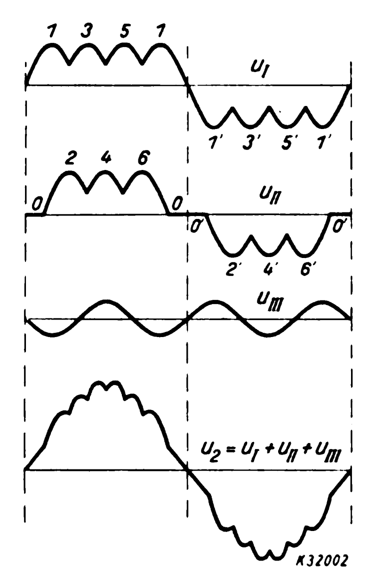


Abb. 15. Teil- und Gesamtspannungen eines Doppel-Umrichters für ein Frequenzverhältnis 3 : 1 mit Kompensation der 3. Oberwelle.

Für die Umformung von Drehstrom in Einphasenstrom bei einem Frequenzverhältnis 3 : 1 stellt die Abb. 14 ein grundsätzliches Schaltbild dar. Die Anordnung besteht aus zwei Teilumrichtern *I* und *II*, von denen jeder eine vollständige Einphasenwechselspannung erzeugt, die durch die Transformatoranordnung auf der Sekundärseite hintereinander geschaltet werden. Solche Umrichter erlauben die Zusammenfassung aller Entladungsstrecken in einem Gefäß mit geerdeter Kathode. Die Zusammensetzung der Spannung kann in einem einzigen Hintertransformator mit geeigneter Schaltung erfolgen.

Die mit einem solchen Doppelumrichter beispielsweise herstellbare Einphasenspannung ist in Abb. 15 dargestellt. Die aus Dreiphasenspannungen erzeugten trapezförmigen Spannungen werden zusammen mit einer am Primärtransformator abgreifbaren Spannung 3facher Frequenz zu der fast sinusförmigen Einphasenspannung addiert.

Die Doppelumrichter bieten die gleichen Möglichkeiten wie die Zweispannungsumrichter, mit niedrigphasigen Anordnungen eine höherphasigen Systemen entsprechende Spannungskurve kleiner Welligkeit zu erzeugen. Verfahrensgemäß ändert sich dabei nichts gegenüber dem Zweispannungsumrichter, d. h. bei Verwendung eines bestimmten Arbeitsverfahrens ist im Drehstrom- und Einphasenstromnetz nicht zu erkennen, ob es sich um einen Zweispannungs- oder Doppelumrichter handelt.

Bei den beschriebenen Umrichtern handelt es sich nur um eine aus der großen Zahl von Vorschlägen getroffene Auswahl. Grundsätzlich sind die Ausführungen auf die Behandlung elastischer Umrichter abgestellt, so daß sich für die frequenzstarre Kupplung im allgemeinen Vereinfachungen ergeben. Die Darstellungen beschränken sich zudem nur auf die heute gebräuchlichen Anordnungen mit Entladungsstrecken für einseitige Durchlaßrichtung. Sollten sich Ventile mit doppelter Durchlaßrichtung für die Umrichterpraxis als brauchbar erweisen, so würde man mit einer für beide Stromhalbwellen gemeinsamen Anordnung auskommen. *(Schluß folgt.)*

Der Abschmelzvorgang im Gleichstrom-Schweißlichtbogen.

621. 367: 621. 791

Solange die im Schweißstab entwickelte Widerstandswärme bedeutungslos ist, nimmt mit wachsender Stromstärke die Abschmelzgeschwindigkeit angenähert linear zu[1]). Proportionalität besteht aber nicht, da der Kathodenfall mit der Stromstärke etwas absinkt und daher die am negativen Entladungsfußpunkt in Wärme umgesetzte Leistung weniger als proportional mit dem Strom wächst. Macht sich dann bei größeren Drahtbelastungen die Widerstandswärme bemerkbar, so weicht die Kennlinie von dem geschilderten Verlauf ab und steigt verhältnismäßig rasch an. Innerhalb bestimmter Belastungsgrenzen ergibt sich ein vom Elektrodendurchmesser unabhängiger Kurvenverlauf. Erst nach Überschreitung bestimmter Stromwerte stellen sich für die einzelnen Elektrodendurchmesser Abweichungen ein. Je größer der Drahtwiderstand ist, um so früher tritt nämlich ein Abbiegen von dem annähernd geradlinigen Verlauf ein. Die Widerstandswärme macht sich daher um so eher geltend, je kleiner der Drahtdurchmesser und je größer die Einspannlänge ist. Selbstverständlich wird auch die Größe der Wärmeabfuhr bestimmend sein. Umhüllte oder ummantelte Elektroden, bei welchen der Wärmeabfluß erschwert ist, zeigen schon bei weit kleineren Strombelastungen den erwähnten Übergang. Da der Kathodenfall von der Bogenlänge unabhängig ist, haben Änderungen der Bogenlänge keinen Einfluß auf das Abschmelzvermögen. Vorausgesetzt ist natürlich konstante Stromstärke. Wenn jedoch bei Bogenänderungen durch einen etwas flacheren Verlauf der statischen Kennlinie des den Lichtbogen speisenden Stromerzeugers größere Stromschwankungen auftreten, ändert sich selbstverständlich demgemäß die Abschmelzleistung. Nachdem nun eine Verlängerung des Lichtbogens wegen der dadurch bedingten Erhöhung der Bogenspannung einen größeren Energieverbrauch zur Folge hat, ohne die Abschmelzwirkung zu erhöhen, muß auch aus wirtschaftlichen Gründen getrachtet werden, mit möglichst geringer Bogenlänge zu schweißen. Ein Arbeiten mit kurzem Lichtbogen beschränkt somit nicht nur die Aufnahme von Sauerstoff und Stickstoff, sondern ergibt neben einem ruhigen Brennen auch noch eine erhöhte Ausnutzung der zugeführten Bogenleistung. *Sb.*

[1]) A. Waclawik, Elektrotechn. u. Maschinenb. 52 (1934) S. 525.

Schnell- und Stoßerregung von Synchronmaschinen über Gleichrichter in Stromtransformatorschaltung.

Von **Hermann Harz**, Berlin.

621. 313. 32

Übersicht. Eine neue Schaltung zur Erregung von Synchronmaschinen über Gleichrichter wird beschrieben, bei der sich der Erregerstrom selbsttätig der Größe und Art der Belastung anpaßt. Die bei Versuchen gewonnenen Ergebnisse werden gezeigt.

Allgemeines.

Bekanntlich wirkt der Belastungsstrom einer Synchronmaschine auf das Feld zurück (Ankerrückwirkung), außerdem verursacht er Spannungsabfälle. Die Folge davon ist eine Änderung der Klemmenspannung. Soll diese konstant bleiben, so muß der Erregerstrom nachgeregelt werden, um sowohl die Rückwirkung des Belastungsstromes aufzuheben als auch um das Feld um einen den Spannungsabfällen entsprechenden Betrag zu verstärken. Normalerweise geschieht dies auf mittelbarem Wege: Der Belastungsstrom verursacht eine Änderung der Generatorspannung, dadurch wird der Schnellregler betätigt, infolgedessen ändert sich die Spannung der Erregermaschine, die dann die gewünschte Änderung des Generatorerregerstromes herbeiführt. Bei plötzlichen Belastungsstößen, Kurzschlüssen usw. vermag dieses Verfahren die Änderung des Erregerstromes nicht mehr mit der erforderlichen Schnelligkeit zu bewirken. Es sind dann starke Spannungsabsenkungen bei Belastung und entsprechende Spannungserhöhungen bei Entlastung die Folge. Es sind schon frühzeitig Bestrebungen entstanden, eine unmittelbare Beeinflussung des Erregerstromes durch den Belastungsstrom mittels Kompoundtransformatoren usw. zu bewirken[1]). Die bisherigen Lösungen wirkten jedoch mehr oder weniger unvollkommen und fanden daher auch keinen Eingang in die Praxis. Vor allem gelang nicht die einwandfreie Herstellung des belastungsunabhängigen und des belastungsabhängigen Erregerstromanteils und ihre richtige Zusammensetzung entsprechend der Art der Belastung (Wirk- und Blindbelastung).

Grundgedanke der neuen Lösung.

Man kann sich den Erregerstrom einer Synchronmaschine aus 2 Komponenten zusammengesetzt denken, aus einer belastungsunabhängigen (Leerlaufkomponente) und aus einer belastungsabhängigen (Belastungskomponente). Die Leerlaufkomponente stellt die Grunderregung dar, sie entspricht der Klemmenspannung und ist, wenn diese konstant bleibt, ebenfalls konstant. Die Belastungskomponente dient zur Aufhebung der Ankerrückwirkung und zur Verstärkung des Feldes entsprechend dem induktiven und ohmschen Spannungsabfall in der Ständerwicklung; sie ändert sich mit der Belastung. Beide Komponenten werden im vorliegenden Fall mit Netzfrequenz erzeugt, in Stromtransformatorschaltung überlagert, durch einen Gleichrichter in Gleichstrom umgeformt und der Erregerwicklung des Generators zugeführt. Das Eigentümliche einer Stromtransformatorschaltung besteht darin, daß man dem zu speisenden Stromkreis (Erregerwicklung) nicht Spannungen aufdrückt, die dann erst gemäß dem Widerstandswert des Stromkreises einen entsprechenden Strom zur Folge haben, sondern man zwingt dem Stromkreis Ströme auf und läßt die erforderlichen Spannungen entsprechend dem Widerstandswert sich selbsttätig einstellen. Eine solche Wirkung erhält man, wenn man die dem betreffenden Stromkreis (Verbrauchskreis) zuzuführenden Ströme aus Stromkreisen entnimmt, deren Leistung groß ist gegenüber der von ihnen an den Verbrauchskreis abgegebenen Leistung. Im Verbrauchskreis überlagern sich die verschiedenen Ströme dann einwandfrei zu einem resultierenden Strom[2]). Abb. 1a zeigt ein Prinzipschaltbild der neuen Schaltung. Es bedeutet *1* den Generator, der durch eine Kraftmaschine *2* angetrieben wird. Die Erregung erfolgt über den Gleichrichter *3*. Es ist dies ein normaler Gleichrichter ohne Gittersteuerung. Dem Gleichrichtertransformator *4* werden primär 2 Ströme zugeführt, über den Stromtransformator *5* der Strom einer Drosselspule *6* als Grunderregung und über den Stromtransformator *7* der Strom der Hauptmaschine als belastungsabhängige Erregung. Beide Ströme überlagern sich in der Primärwicklung des Gleichrichtertransformators zu einem resultierenden Strom, der dann gleichgerichtet der Erregerwicklung zufließt. Die Überlagerung erfolgt geometrisch, die Schaltung ist so getroffen, daß man bei Blindleistungsabgabe des Generators die algebraische Summe beider Ströme erhält, bei Wirkbelastung addieren sich dann beide Ströme unter 90 °. Die Spannung an der Erregerwicklung bzw. am Gleichrichtertransformator *4* weist je nach der Größe des resultierenden Erregerstromes und je nach der induktiven Gegenspannung der Erregerwicklung bei Feldänderungen ganz verschiedene Werte auf. Diese müssen naturgemäß auch an den Sekundärwicklungen der Stromtransformatoren *5* und *7* und entsprechend dem Übersetzungsverhältnis auch an deren Primärwicklungen auftreten. Daraus geht hervor, daß man den Transformator *5* keineswegs an konstante Spannungen anschließen darf. Dies hätte lediglich einen konstanten Erregerstrom zur Folge. Jeder vom Transformator *7* gelieferte Strom würde alsdann durch vergrößerte Stromaufnahme des Transformators *5* in seiner Wirkung aufgehoben werden. Dies vermeidet man durch Reihenschaltung der Primärwicklung dieses Transformators mit der Drosselspule *6* oder einem anderen Scheinwiderstand, der so groß ist, daß er die Größe und Phase des Stromes in diesem Stromkreis im wesentlichen vorschreibt und konstant hält. Damit liegt die Netzspannung in der Hauptsache stets an der Drosselspule *6*, und die Spannung am Transformator *5* kann innerhalb ihres gegenüber der Netzspannung kleinen Bereiches beliebige Größe und Phasenlage annehmen, ohne daß dies auf Größe und Phasenlage der dem Gleichrichtertransformator zugeführten Grundkomponente des Erregerstromes praktisch einen Einfluß hat. Man erreicht dies, indem man die Drosselspule für ein Mehrfaches der Leerlauferregerleistung des Generators beimißt. Die Leistung des Stromtransformators *7* ist von sich aus nur ein Bruchteil der Generatorleistung, und daher ist auch die an der Primärwicklung dieses Stromtransformators selbst beim größten vorkommenden Erregerstrom auftretende Spannung verschwindend klein gegenüber der Generatorspannung. Es wird daher stets ein dem Generatorstrom nach Größe und Phase entsprechender Strom dem Gleichrichtertransformator unabhängig von dessen Spannung aufgedrückt und dem Leerlauferregerstrom überlagert. Damit ändert sich der resultierende Erregerstrom selbsttätig mit der Belastung, und die Generatorklemmenspannung bleibt konstant, ohne daß Schnellregler erforderlich sind. Es ist dies eben der besondere Vorteil einer Stromtransformatorschaltung, daß sie auf Strom regelt und diesen Strom in dem angeschlossenen Verbraucherkreis unter allen Umständen unabhängig von dessen Widerstandswert einzustellen und aufrechtzuerhalten sucht. Änderungen des Widerstandswertes werden selbsttätig durch Erhöhung der am Verbraucherkreis liegenden Span-

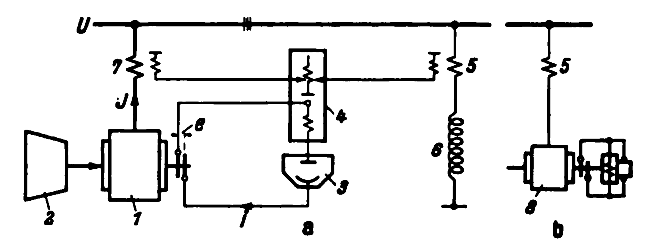


Abb. 1. Prinzipschaltung I (a) und II (b).

[1]) Vgl. Arnold: Wechselstromtechnik Bd. 4 (Berlin: J. Springer 1904) S. 149.

[2]) Die Anordnung enstand durch sinngemäße Übertragung von an Drehstromregelsätzen mit Erfolg ausgeführten Schaltungen auf Synchronmaschinen, vgl. Harz, „Neue Erregerschaltung für Netzkupplungsumformer und Regelsätze", ETZ 54 (1933) S. 1117.

nung ausgeglichen. Die Erregerwicklung einer Synchronmaschine stellt einen mit Induktivität behafteten Gleichstromkreis dar, der im stationären Zustand nur ohmschen Widerstand besitzt. Bei Feldzunahme vergrößert jedoch die Induktivität den Widerstandswert erheblich, so daß eine dementsprechend größere Spannung erforderlich ist, um den Strom auf den neuen Wert zu bringen. Diese größere Spannung wird infolge des großen Energieinhalts einer Stromtransformatorschaltung von dieser ohne weiteres und verzögerungsfrei aufgebracht. Nach Erreichen des neuen Endwertes des Stromes klingt die Spannung aperiodisch auf den kleinen stationären Wert ab, wobei jedoch der Strom den neuen Wert beibehält.

Statt der Drosselspule kann auch ein Kondensator oder eine kleine Blindleistungsmaschine, ein Widerstand oder sonst irgendein gleichwertiger Scheinwiderstand genommen werden. Er muß nur so groß sein, daß er die Stromstärke im Grunderregerkreis im wesentlichen vorschreibt. In der Prinzipschaltung II (Abb. 1b) ist die Drosselspule durch eine kleine Blindleistungsmaschine *8* ersetzt.

Spannungsregelung.

Bei gleichbleibender Netzspannung ist normalerweise keine Regelung der Grunderregung notwendig, weil die Anpassung des resultierenden Erregerstromes an die Belastung selbsttätig erfolgt. In einigen Fällen ist allenfalls eine kleine Regelung zur Beseitigung kleiner Abweichungen des resultierenden Erregerstromes von seinem

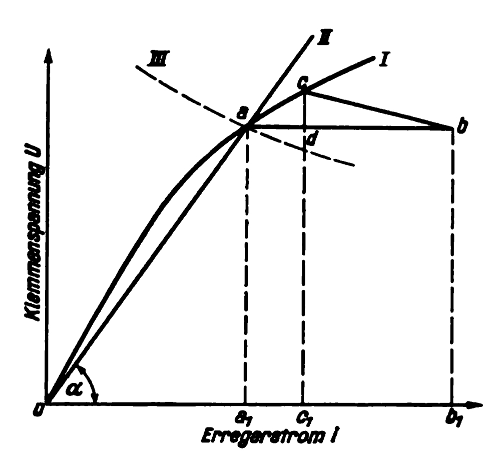


Abb. 2. Leerlaufkennlinie und Potiersches Dreieck zur Erläuterung der Wirkungsweise von Schaltung I und II.

Sollwert zweckmäßig. Einstellung der Generatorspannung auf einen anderen Wert erfolgt durch Beeinflussung der Grunderregung. Hierzu kann man den Grunderregerstrom an einer anderen Anzapfung des Gleichrichtertransformators zuführen, oder man kann die Drosselspule regelbar machen, z. B. durch veränderlichen Luftspalt. Falls statt der Drosselspule eine kleine Blindleistungsmaschine (Abb. 1b) vorhanden ist, kann man den Grunderregerstrom durch die Erregung der Blindleistungsmaschine beeinflussen. Ein weiteres Mittel besteht darin, parallel zu den Schleifringen des Generators einen regelbaren Widerstand zu legen. Man kann damit einen Teil des gesamten Stromes abzweigen und die Spannung in den gewünschten Grenzen beeinflussen. Damit bei plötzlichen Belastungsänderungen wegen der Induktivität der Erregerwicklung nicht der ganze Strom in den Parallelwiderstand gedrängt wird, empfiehlt sich die Vorschaltung einer Drosselspule vor den Widerstand, um die Zeitkonstante des Parallelkreises der des Hauptkreises anzugleichen.

Anfahren.

Hierbei sind 2 Fälle zu unterscheiden: 1. Das Netz ist unter Spannung. In diesem Fall wird erst die Grunderregung (Drosselspule, Blindleistungsmaschine usw.) zugeschaltet und damit die hochgefahrene Maschine erregt, synchronisiert und aufs Netz geschaltet. 2. Das Netz ist spannungslos. In diesem Falle muß die Erregerwicklung von einer fremden Spannungsquelle angetippt werden. Dies kann eine kleine Erregermaschine auf der gleichen Welle, eine kleine Akkumulatorenbatterie u. dgl. sein. Da nur kleine Anteile der normalen Erregerspannung und des normalen Erregerstromes dafür benötigt werden, können diese fremden Quellen sehr klein sein. Manchmal genügt auch der remanente Magnetismus des Generators, um die Auferregung einzuleiten. Die Remanenzspannung hat dann zunächst einen kleinen Strom in der Drosselspule *6* zur Folge. Reicht die vom Transformator *5* hierbei entwickelte Spannung zur Zündung des Gleichrichters aus, so bekommt die Erregerwicklung Strom, die Generatorspannung beginnt zu steigen und steigert den Erregerstrom weiter bis zum Betriebspunkt. An den Kennlinien der Abb. 2 lassen sich diese Verhältnisse besser überblicken. Es bedeutet *I* die erzeugte Maschinenspannung in Abhängigkeit vom Erregerstrom *i*. Sie ist bei höheren Spannungen entsprechend der eintretenden Sättigung gekrümmt. Die Gerade *II* stellt den Spannungsabfall im Grunderregerkreis dar, der in der Hauptsache auf die Drosselspule entfällt. Wie man sieht, überwiegt bei kleinen Spannungen die Maschinenspannung über den Spannungsabfall im Erregerkreis beim gleichen Erregerstrom, so daß sich die Spannung bis zum Schnittpunkt *a* steigern muß. Darüber hinaus liegt die Gerade *II* über der Kurve *I*. Der Punkt *a* ist also ein stabiler Punkt. Andere Spannungen kann man durch Veränderung der Neigung der Geraden *II* einstellen, d. h. durch Verändern des Widerstandes der Drossel (durch Luftspaltänderung) oder durch Regelung der Grunderregerkomponente am Gleichrichtertransformator. Es liegen also ähnliche Verhältnisse vor wie bei der Nebenschlußerregung einer Gleichstrommaschine. Die Auferregung von der Remanenzspannung aus kann man auch erleichtern durch kurzzeitiges Kurzschließen der Drosselspule (gleichbedeutend mit einem kleinen Neigungswinkel α). Die Abszisse $0\,a_1$ stellt die Leerlauferregung dar. Bei Belastung wird nun durch die Wirkung des Kompoundtransformators *7* der Erregerstrom um den Betrag $a_1\,b_1$ auf den Wert $0\,b_1$ gesteigert. Davon dient der Anteil $c_1\,b_1$ zur Aufhebung der Rückwirkung des Ständerstromes und der Anteil $a_1\,c_1$ zur Feldverstärkung, um die erzeugte Spannung vom Leerlaufwert $a_1\,a$ auf den Belastungswert $c_1\,c$ zu bringen, so daß die Klemmenspannung bei Belastung $c_1\,d$ konstant bleibt. Das Dreieck $b\,c\,d$ stellt das bekannte Potiersche Dreieck dar, dessen Seiten sich ebenso wie die Belastungserregerkomponente $a\,b$ proportional der Belastung ändern. Daraus folgt, daß auch bei Teilbelastungen die Klemmenspannung konstant bleibt.

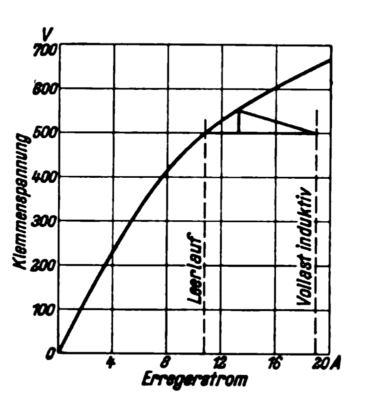
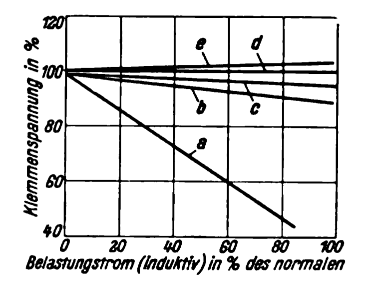


Abb. 3. Synchrongenerator 110 kVA, 500 V, 750 U/min, 50 Hz, Leerlaufkennlinie und Potiersches Dreieck bei induktiver Vollast.



Kennlinie *a*: bei gleichbleibender Erregung über Gleichstrommaschine
Kennlinie *b* bis *e*: bei Gleichrichtererregung nach Schaltung II und verschiedenen Übersetzungen des Laststromes

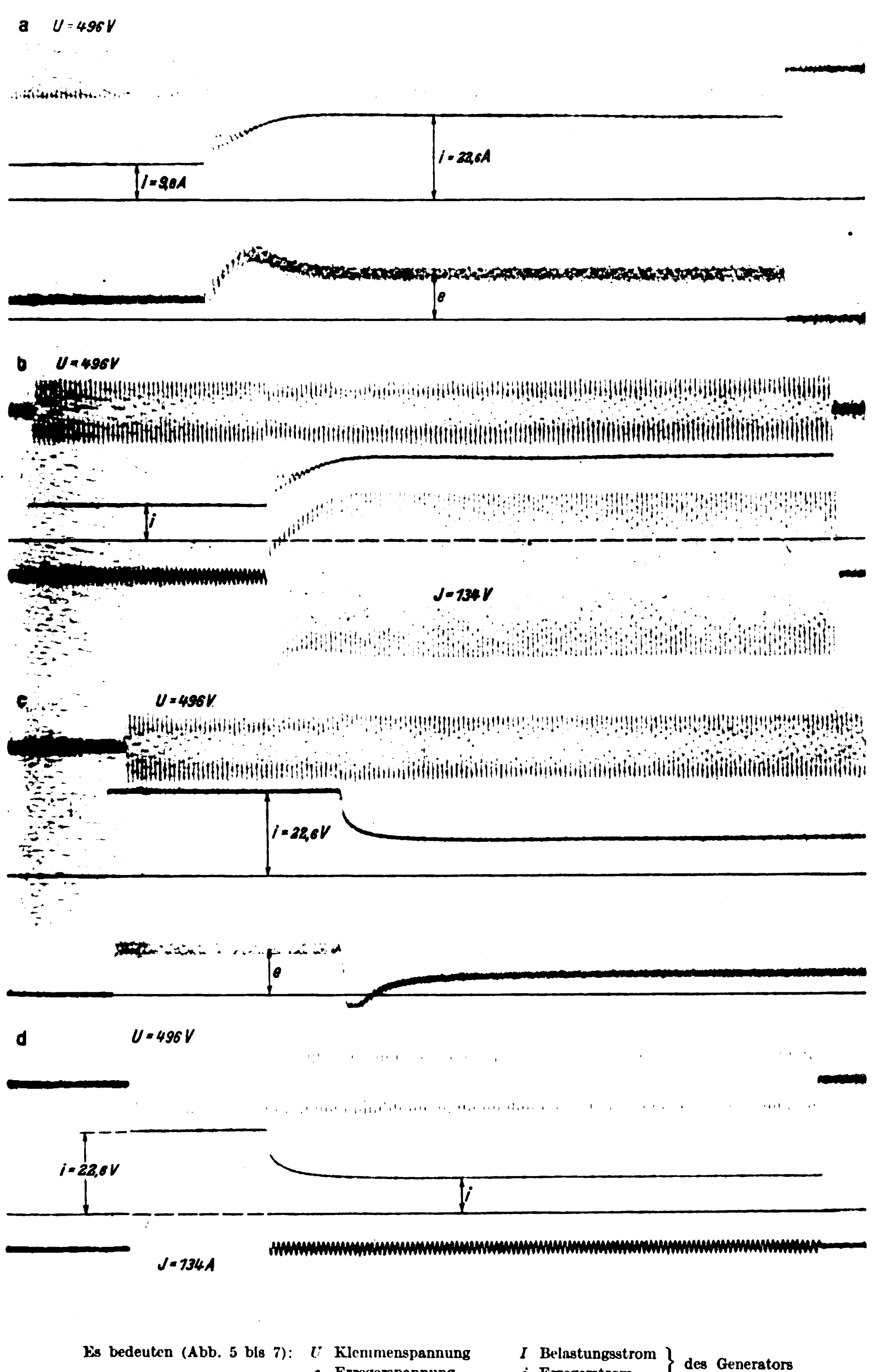
Abb. 4. Synchrongenerator 110 kVA, 500 V, 750 U/min, 50 Hz, Belastungskennlinien bei induktiver Belastung.

Wenn für die Grunderregerkomponente statt der Drosselspule eine kleine Blindleistungsmaschine dient (Abb. 1b), so verläuft deren Strom in Abhängigkeit von der Klemmenspannung nach Kurve *III*. Mit steigender Klemmenspannung geht der Strom zurück, mit fallender hinauf. Man bekommt hier ebenfalls einen stabilen Schnittpunkt mit der Generatorkennlinie, sogar in deren geradlinigem Teil. Zum Hochfahren des spannungslosen Netzes kuppelt man in diesem Fall die Blindleistungsmaschine mit der Hauptmaschine oder läßt sie gesondert antreiben.



Entregen.

Dieses erfolgt lediglich durch Kurzschließen der Schleifringe des Generators. Infolge der Stromtransformatorschaltung verschwindet damit ohne weiteres die an den Schleifringen liegende Erregerspannung, ohne daß



Es bedeuten (Abb. 5 bis 7): U Klemmenspannung, e Erregerspannung, I Belastungsstrom, i Erregerstrom } des Generators

Abb. 5. Plötzliches Zu- und Abschalten induktiver Last. Schaltung I, Grunderregung über Kondensator. U = 99 %, I = 110 %. a) u. b) U, I, e, i beim Zuschalten, c) u. d) beim Abschalten.

der Gleichrichter durch Überstrom gefährdet wird. Der Strom der Erregerwicklung schließt sich über den Kurzschlußschalter und klingt nach der Zeitkonstante des Erregerkreises ab. Durch Einschalten von Widerstand vor den Schalter kann man den Vorgang beschleunigen. Es ist auch Schnellentregung durch Gittersteuerung des Gleichrichters möglich.

Kurzschluß.

Die Anordnung besitzt ein äußerst günstiges Kurzschlußverhalten. Soll die Maschine bei Kurzschluß vom Netz getrennt werden, so treten beim Abschalten keine gefährlichen Überspannungen auf, selbst wenn die Maschine mit voller induktiver Last am Netz war oder beim Eintreten des Kurzschlusses schon ein Mehrfaches dieser Leistung führte. Denn mit Verschwinden des Belastungsstromes verschwindet auch die Belastungskomponente im Erregerstrom. Man kann auch den Erregerkreis, noch während die Maschine am Netz liegt, kurzschließen und dadurch den Entregungsvorgang einleiten.

Soll dagegen die Maschine bei Kurzschluß möglichst viel Strom ins Netz liefern, so läßt man die Schaltung unverändert bestehen. Der Strom steigt dann so lange, bis im Erregerkreis (Gleichrichtertransformator) Sättigung eintritt, so daß keine weitere Steigerung der Erregerspannung möglich ist. Man hat es durch Wahl der Sättigung in der Hand, den entstehenden Kurzschlußstrom in seiner Größe zu begrenzen. Dies ist auch dadurch möglich, daß man in Reihe zur Erregerwicklung einen normalerweise kurzgeschlossenen Widerstand schaltet, den man im Kurzschlußfall öffnet. Dadurch muß der Gleichrichtertransformator beim gleichen Strom höhere Spannungen aufbringen, so daß die Sättigung früher eintritt. Im Normalbetrieb ist dagegen die Möglichkeit des Transformators, höhere Spannungen liefern zu können für die schnellste Anpassung des Erregerstroms an die Belastung, günstig.

Gerade die letztgenannte Eigenschaft, im Kurzschlußfalle möglichst hohe Kurzschlußströme ins Netz liefern zu können, hat man in den letzten Jahren mehr und mehr angestrebt, um die parallel laufenden Generatoren und Kraftwerke möglichst so lange am Netz zu halten, bis der Kurzschluß abgeschaltet ist. Man hat zu diesem Zweck besondere Stoßerregerschaltungen entwickelt. Die vorliegende Anordnung stellt ebenfalls eine solche Schaltung dar, sie arbeitet mit der geringst möglichen Verzögerung, da sie nur die Zeitkonstante der Erregerwicklung des

Generators aufweist; denn die Zeitkonstanten der Transformatoren sind praktisch Null. Die Schaltung eignet sich daher auch hervorragend für Stoßprüfanlagen für Ölschalter und andere Leistungsschalter. Die neue Schaltung besitzt also die bemerkenswerte Eigenschaft, den Generator auch bei abnehmender Spannung und sogar bei kurzgeschlossenem Netz in jedem gewünschten Maß zu erregen. Sie unterscheidet sich in dieser Hinsicht grundsätzlich von ähnlichen Erregerschaltungen[3]), bei denen die Erregung ebenfalls über Gleichrichter, jedoch in der üblichen Spannungstransformatorschaltung mit Gittersteuerung erfolgt. Da hier die Netzspannung zugleich die Erregerspannung ist, die durch die Gittersteuerung in ihrer Größe geändert wird, versagt diese Schaltung bei stark verminderter Spannung und im Kurzschluß.

Günstigere Bemessung des Generators.

Durch die vorliegende Erregerschaltung läßt sich häufig auch eine günstigere Bemessung des Generators erreichen, weil man ihn mit Rücksicht auf die selbsttätige Anpassung des Erregerstromes an die Belastung mit kleinerem Luftspalt ausführen kann, ohne befürchten zu müssen, daß die Spannung bei einem größeren Belastungsstoß zusammenbricht. Bei normalen Generatoren, die durch Schnellregler geregelt werden, kann man mit Rücksicht auf diesen Punkt (Stabilität) die Grunderregung gegenüber der Belastungskomponente nicht zu klein machen, weil sonst die plötzlich auftretende Ankerrückwirkung das ganze Feld zum Verschwinden bringen könnte, bevor die Schnellregler den erforderlichen Erregerstrom eingeregelt haben. Man ist daher bei normalen Generatoren mit dem Luftspalt an gewisse Mindestwerte gebunden, während er im vorliegenden Fall lediglich mit Rücksicht auf die Pulsationsverluste bestimmt werden kann.

Versuchsergebnisse.

Die Schaltung wurde an einer kleinen Prüffeldmaschine praktisch erprobt. Den Versuchen lagen die bereits oben beschriebenen beiden Ausführungsformen zugrunde, in Schaltung I (Abb. 1 a) wurde die Grundkomponente des Erregerstromes durch eine Drosselspule oder auch wahlweise durch einen Kondensator erzeugt. Schaltung II (Abb. 1 b) unterscheidet sich lediglich dadurch, daß an Stelle der Drosselspule die kleine Blindleistungsmaschine getreten ist. Auf den Unterschied in den Kennlinien (*II* bzw. *III*, Abb. 2) ist bereits oben hingewiesen. Bei den Versuchen handelte es sich um folgende Maschinen bzw. Apparate:

1. Synchronmaschine 110 kVA. 500 V, 121 A, 750 U/min. Erregung: 2,3 kW, 102 V, 22,5 A,
2. Gleichstrom-Antriebsmotor,
3. Gleichrichter für 20 A, 250 V,
4. Gleichrichtertransformator 5 kVA,
5. Stromtransformator 2,5 kVA,
6. Drosselspule 10 kVA bei 500 V,
7. Kompoundtransformator 2,5 kVA,
8. Blindleistungsmaschine 10 kVA bei 500 V.

Bei den Transformatoren mußten zum Teil größere Modelle verwendet werden, um mit dem vorhandenen Material auszukommen; die angegebenen Leistungen entsprechen den ungefähren tatsächlichen Beanspruchungen. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß der Gleichrichtertransformator und entsprechend auch die übrigen Transformatoren für eine größte Gleichspannung von etwa 250 V vorgesehen waren, damit bei den beabsichtigten Stoßbelastungen eine genügende Überschußspannung zum beschleunigten Hochfahren des Erregerstromes sich einstellen kann. Dies läßt sich ohne Überbemessung der Transformatoren erreichen, da diese ohne weiteres kurzzeitig magnetisch überbeansprucht werden können. Abb. 3 zeigt die gemessene Leerlaufkennlinie mit dem für induktive Volllast eingezeichneten Potierschen Dreieck. Die Maschine besitzt im übrigen noch folgende Daten. Kurzschlußverhältnis (Kurzschlußstrom zu Nennstrom) bei Leerlauferregung 1,8, bei Nennlasterregung 3,4; Leerlaufzeitkonstante 0,3 s; Kurzschlußzeitkonstante 0,008 s; Ständerstreuung 11 %.

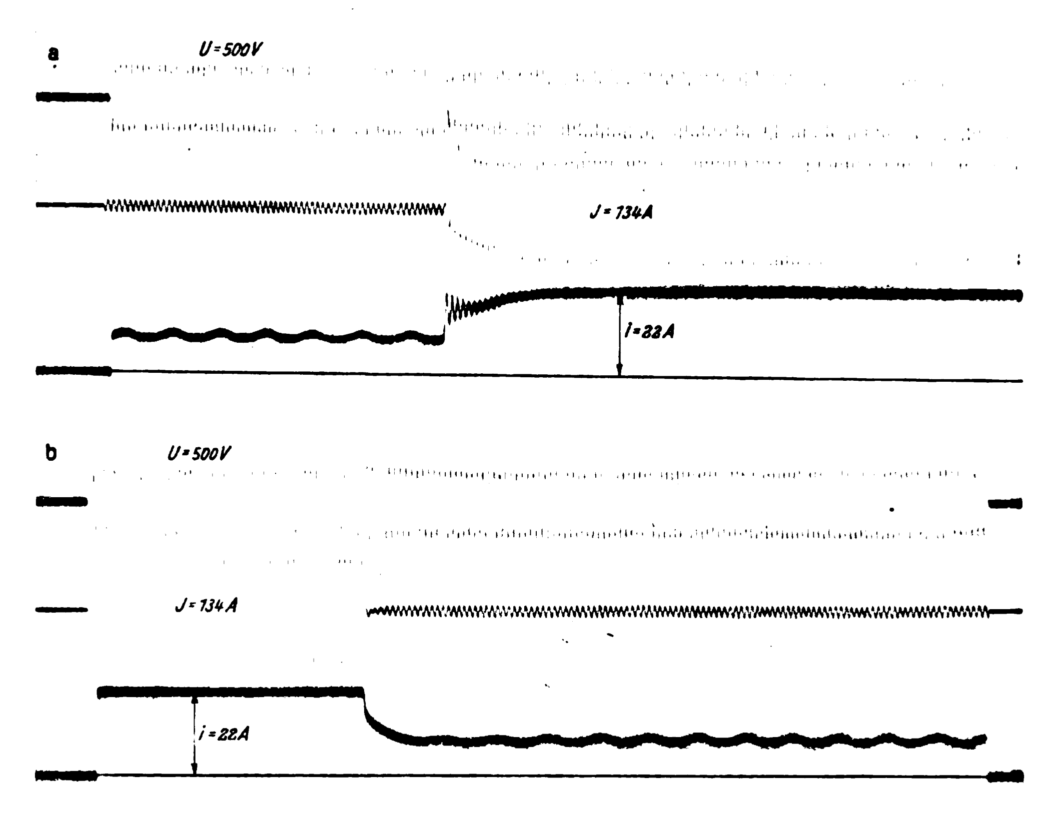
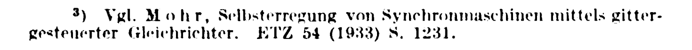


Abb. 6. Plötzliches Zu- und Abschalten induktiver Last. Schaltung II: Grunderregung über kleine Blindleistungsmaschine. $U = 100\,\%$, $I = 110\,\%$. a) beim Zuschalten, b) beim Abschalten.

Statische Kennlinien. — Diese sind in Abb. 4 dargestellt und zeigen die Klemmenspannung in Abhängigkeit vom Belastungsstrom bei verschiedenem Übersetzungsverhältnis des Stromtransformators *7*. Diese Messungen wurden in Schaltung II aufgenommen. Man erkennt, wie man durch richtige Wahl des Übersetzungsverhältnisses des Kompoundtransformators die Neigung der Kennlinie beeinflussen kann. Kurve *b* und *c* weisen noch Unterkompoundierung auf, Kurve *d* zeigt völlige Kompoundierung, d. h. gleichbleibende Klemmenspannung bei jeder Belastung, Kurve *e* besitzt bereits etwas Überkompoundierung. Kurve *a* zeigt zum Vergleich die Belastungskennlinie bei konstanter Gleichstromerregung, die den Einfluß der Ankerrückwirkung deutlich erkennen läßt.

Oszillogramme. — Noch besser als aus den statischen Kennlinien läßt sich das günstige Verhalten der neuen Schaltung aus den bei plötzlichen Belastungen (Stoßbelastungen) aufgenommenen Oszillogrammen erkennen. Dafür wurden gleich die ungünstigsten Belastungsverhältnisse gewählt, nämlich plötzliches Zuschalten induktiver Vollast auf die vorher leerlaufende Maschine und ebensolches Abschalten, das gleiche auch mit ohmscher Belastung. Ferner wurde auch das Verhalten bei Kurzschluß untersucht. Zu den Oszillogrammen ist folgendes zu bemerken: Da nur 3 Größen gleichzeitig auf-


[3]) Vgl. Mohr, Selbsterregung von Synchronmaschinen mittels gittergesteuerter Gleichrichter. ETZ 54 (1933) S. 1231.

genommen werden konnten, wurden einmal Netzspannung, Erregerstrom und Erregerspannung und einmal Netzspannung, Erregerstrom und Belastungsstrom aufgenommen. Die verschiedenen Belastungsarten gehen aus der Beschriftung der Oszillogramme hervor. Die Oszillogramme in Abb. 5 (induktive Belastung) zeigen deutlich das sofortige Anwachsen von Erregerstrom und Spannung und das aperiodische Hineinlaufen in den neuen Endwert. Die Zacken im Erregerstrom erklären sich aus dem Gleichstromglied im Belastungsstrom in den ersten Perioden nach dem Einschalten. Die Spannungsabsenkung in der ersten Periode nach dem Zuschalten beträgt etwa 13 % und ist nach 10 Perioden, d. h. nach $^1/_5$ s, bereits völlig verschwunden. Ebenso gehen auch beim Abschalten sowohl Erregerstrom als auch Erregerspannung sofort zurück, so daß nur eine geringe Spannungserhöhung während einiger Perioden festzustellen ist. Bemerkenswert ist, daß die Erregerspannung sogar negativ wird, der negative Teil entspricht dem Spannungsabfall im Gleichrichter, der während dieser Zeit von der durch Feldabbau im Läufer des Generators erzeugten Spannung gedeckt wird. Wenn der Gleichrichter mit Gittersteuerung versehen wäre, so könnte sogar eine Energierückgabe ins Netz stattfinden, so daß der Erregerstrom nach dem Abschalten der Belastung noch schneller auf seinen neuen Endwert gebracht werden könnte.

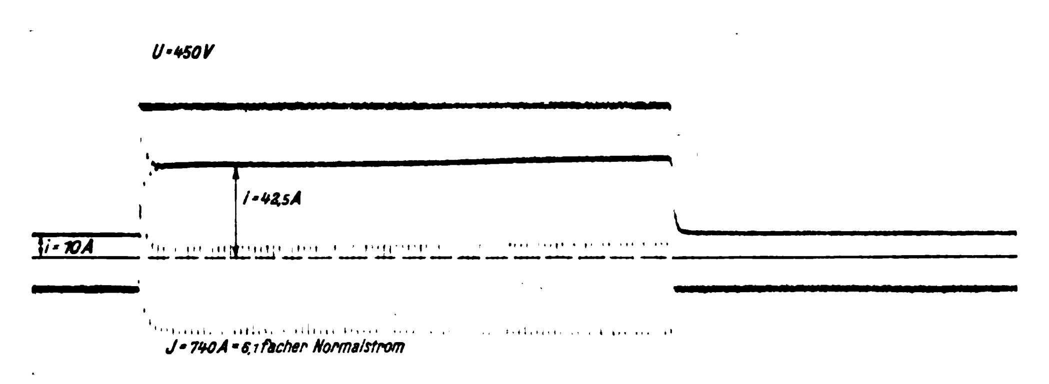
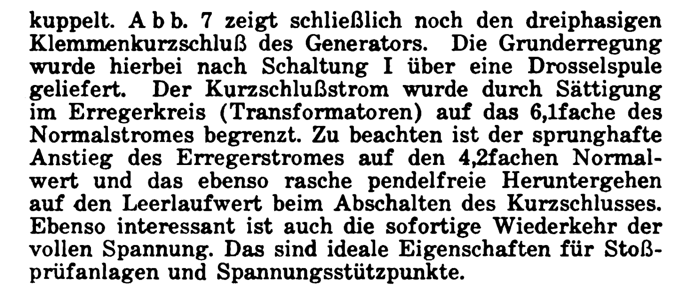


Abb. 7. U, I und i beim dreiphasigen Klemmenkurzschluß. Schaltung I: Grunderregung über Drosselspule. Leerlaufspannung 90 %, Kurzschlußstrom 610 %.

Die gleichen Versuche wurden bei ohmscher Belastung durchgeführt. Da die Ankerrückwirkung hierbei nicht so groß ist, wird auch der Erregerstrom nicht in dem Maß vergrößert wie zuvor, da sich der belastungsabhängige und der belastungsunabhängige Erregerstromanteil nunmehr unter 90 ° zusammensetzen. Die Erregerspannung steigt auch hier wieder schnell an. Auf eine Wiedergabe der hierbei aufgenommenen Oszillogramme wird verzichtet, da sie im wesentlichen den bei induktiver Last aufgenommenen entsprechen.

Die Oszillogramme in Abb. 6 zeigen ebenfalls das plötzliche Zu- und Abschalten induktiver Vollast wie die Oszillogramme in Abb. 5, jedoch in Schaltung II, bei der die Grunderregung über eine kleine Blindleistungsmaschine geliefert wurde. Bemerkenswert ist hierbei, daß bei Leerlauf eine Pendelung im Erregerstrom und in der Netzspannung festzustellen ist, die in mechanischen Pendelungen der kleinen Blindleistungsmaschine gegenüber dem Hauptgenerator ihre Ursache haben. Bei Belastung sind sie verschwunden. Man kann sie auch bei Leerlauf beseitigen, indem man die kleine Maschine mit der großen



kuppelt. Abb. 7 zeigt schließlich noch den dreiphasigen Klemmenkurzschluß des Generators. Die Grunderregung wurde hierbei nach Schaltung I über eine Drosselspule geliefert. Der Kurzschlußstrom wurde durch Sättigung im Erregerkreis (Transformatoren) auf das 6,1fache des Normalstromes begrenzt. Zu beachten ist der sprunghafte Anstieg des Erregerstromes auf den 4,2fachen Normalwert und das ebenso rasche pendelfreie Heruntergehen auf den Leerlaufwert beim Abschalten des Kurzschlusses. Ebenso interessant ist auch die sofortige Wiederkehr der vollen Spannung. Das sind ideale Eigenschaften für Stoßprüfanlagen und Spannungsstützpunkte.

Wirtschaftlichkeit.

Ein Vergleich auf gleicher Grundlage mit den bisherigen Schaltungen für Schnell- und Stoßerregung läßt sich nicht durchführen, da diesen die technischen Vorteile der neuen Schaltung fehlen. Es ist dabei folgendes zu beachten: Ein Gleichrichter wird für eine gegebene Leistung bei normalen Verhältnissen um so billiger, je kleiner der Strom ist; das bedingt hohe Erregerspannungen (110, 220 V oder mehr). Bei langsam laufenden Wasserkraftgeneratoren sind diese Verhältnisse meistens gegeben, während Schnelläufer gewöhnlich wesentlich kleinere Erregerspannungen und dementsprechend größere Ströme haben. Anderseits kann man Generatoren, die nach vorliegender Schaltung erregt werden, mit kleinerem Luftspalt ausführen, wie bereits oben erwähnt wurde. Man bekommt dadurch kleinere Generatormodelle. Selbst wenn man von diesem Vorteil absieht, sind nach überschlägigen Untersuchungen die Kosten für die gesamte Erregeranordnung bei nicht zu kleinen Erregerspannungen nicht höher als bisher, wobei jedoch die neue Schaltung die großen technischen Vorteile aufweist. Die im Prüffeld gewonnenen günstigen Versuchsergebnisse lassen nunmehr eine Anwendung der Schaltung in einer Betriebsanlage berechtigt erscheinen. Besonders eignen sich dafür unruhige Netze mit heftigen Stoßbelastungen.

Zusammenfassung.

Die Überlagerung eines der Netzspannung entsprechenden Stromes mit dem Belastungsstrom in Stromtransformatorschaltung ergibt nach Gleichrichtung einen Erregerstrom, der in sehr vollkommener Weise die gewünschte Abhängigkeit sowohl von der Größe als auch von der Art der Belastung aufweist und keine oder nur wenig Nachregelung erfordert. Der Erregerstrom stellt sich schnellstens und unmittelbar auf seinen Sollwert bei allen Belastungszuständen ein, während sich die Erregerspannung selbsttätig dem Erregerstrom und dem Widerstandswert des Erregerkreises anpaßt. Die Schaltung arbeitet einwandfrei sowohl bei allmählicher als auch bei stoßweiser Belastung, bei Spannungszusammenbrüchen und bei Kurzschlüssen, sie ermöglicht beliebige Neigung der Belastungskennlinien. Die ausgeführten Versuche ließen die vorzüglichen Eigenschaften der neuen Schaltung in jeder Hinsicht erkennen.

Neue Untergrundbahnstrecke in Buenos-Aires.

Von Professor Dr.-Ing. **Arthur Geldermann**, Buenos Aires.

621. 331 : 625. 4 (82)

Übersicht. Im folgenden wird der weiteren Entwicklung der Untergrundbahnen in Buenos Aires Rechnung getragen, indem über die kürzlich in Betrieb genommene dritte Strecke berichtet wird.

Nachdem vor 20 Jahren die erste Untergrundbahn (7 km) in Südamerika — in der Hauptstadt Argentiniens — fertiggestellt worden war, wurde erst 15 Jahre später daselbst eine weitere Strecke (8,6 km), und zwar nicht von demselben Unternehmen, der Anglo Argentina, sondern von der Lacroze-Gesellschaft, dem Betrieb übergeben. Eine dritte Gesellschaft, die Compañia Hispano Argentina de Obras Públicas y Finanzas (CHADOPYF) hat nun, nach der Grundsteinlegung im April 1933, am 9. 11. 1934 mit dem Verkehr auf einer Teilstrecke (2,7 km) der ihr konzessionierten Linie zwischen den Bahnhöfen Constitutión und Retiro (zusammen 4,35 km) begonnen, und diese Linie soll wenige Monate später ganz in Betrieb genommen werden. In einer früheren Veröffentlichung[1]) hat der Verfasser von dem Plan einer solchen Untergrundbahnlinie als Verbindung zwischen jenen Bahnhöfen berichtet. Inzwischen ist die hierzu der Anglo Argentina vor vielen Jahren erteilte Konzession endgültig hinfällig geworden, nachdem diese Gesellschaft sich nicht dazu verstehen konnte, den Tarif von 10 centavos für die direkte Fahrt auf der geplanten Strecke anzuerkennen. Dieser Einheitstarif (es gibt nur e i n e Wagenklasse) ist bemerkenswerterweise auf den beiden seit Jahren in Betrieb befindlichen wie auch auf der neuen Linie als unumstößliche Grundbedingung in Anwendung. Es verdient in diesem Zusammenhang Erwähnung, daß seit über einem Jahre der argentinische Peso derart stabilisiert ist, daß 10 centavos nur noch ungefähr 6 Rpf (anstatt 18, vor Beginn der Pesoentwertung) entsprechen, während das Material zum großen Teil aus Ländern mit Hochvaluta bezogen werden muß.

Die neue, zweigleisige Untergrundbahnstrecke der CHADOPYF wird mit 1500 V Gleichstrom betrieben. Die Stromentnahme erfolgt durch zwei mit Kohlenschleifstücken versehene Scherenstromabnehmer aus der Oberleitung. Die Untergrundbahn erhält von der Compañia Italo Argentina de Electricidad — einer der beiden Buenos Aires mit Strom versorgenden Gesellschaften — die Energie nach zwei Umformerwerken geliefert.

Der Siemens-Konzern hat den vollständigen Wagenpark, bestehend aus 36 Trieb- und Steuerwagen, die Speisekabel und Fahrleitung sowie die Signal- und Stellwerkseinrichtungen, Lüftungsanlagen, Schaltanlagen, Pumpen, Uhren und Bahntelephon geliefert.

Diese Wagen — abgesehen davon, daß in ihnen, hiesiger Gewohnheit gemäß, statt Längssitzen Quersitze eingebaut sind — entsprechen im wesentlichen den auf der Strecke Gesundbrunnen—Neukölln verkehrenden U-Bahnwagen der Berliner Verkehrsgesellschaft; die Zahl der Sitzplätze beträgt 40, die der Stehplätze 100. Die Höchstgeschwindigkeit ist 65 km/h, die Reisegeschwindigkeit etwa 25 km/h.

Da die neue Untergrundbahn (ebenso wie ihre beiden Vorgängerinnen) nur eine Wagenklasse führt und ferner für die ganze Strecke der Einheitstarif von 10 centavos gilt, ist die Erlegung des Fahrpreises auf die bequemste Weise, mittels Drehkreuzsperren, die sich nach Einwurf des Geldstückes in Bewegung setzen, geregelt. Diese Einrichtung hat sich hier bereits seit Jahren bei der Untergrundbahnstrecke der Lacroze-Gesellschaft vorzüglich bewährt.

Die wichtigsten Bahnhöfe — die Haltestellen sind im Mittel etwa 500 m voneinander entfernt — haben je eine Rolltreppe für Aufwärts- und Abwärtsförderung der Fahrgäste. Das selbsttätige Ingangsetzen geschieht mittels Photozellensteuerung; beim Durchschreiten der Lichtschranke spricht das Zeitrelais von neuem an, und die Fahrtreppen werden in Gang gesetzt. Diese Neuerung hat die CHADOPYF in Buenos Aires im Untergrundbahnverkehr zum ersten Male eingeführt.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, daß die gleiche Gesellschaft den Bau von drei weiteren Untergrundbahnstrecken hier plant; es bleibt indes abzuwarten, wann diese Projekte — deren baldige Ausführung im Interesse des Verkehrs gewiß sehr erwünscht wäre — greifbare Form bekommen[2]). Zur Zeit hat die Zweimillionenstadt Buenos Aires nun immerhin schon rd. 1 km Untergrundbahnstrecke auf je 100 000 Einwohner aufzuweisen.

[1]) Vgl. ETZ 51 (1930) S. 1330. Daselbst Karte, Abb. 1, Linie *c*. Die Linienführung ist im nördlichen Teil dieser Strecke etwas anders als die Karte aus dem Jahre 1930 sie zeigt.

[2] Zeitungsnachrichten (Deutsche La Plata-Zeitung) zufolge soll der Bau der Untergrundbahn Plaza de Mayo—Belgrano (11,5 km) begonnen worden sein. ETZ.

Zur Theorie der Asynchronmaschine mit Reihenschluß-Drehfeld-Erregermaschine.

621. 313. 332. 018. 6

Als N e h l s e n seine Reihenschluß-Erregermaschine zergliederte, sprach er nebenbei von Leerlaufpendelungen, die er theoretisch vermutete, die aber bei Maschinenprüfung nicht auftraten[1]). Nehlsens Hintermaschine hat sich trotz der ursprünglichen Zuversicht praktisch nicht eingeführt. Nach Berichten anderer Stellen sollen in der Folgezeit ausgeführte Sätze im Leerlauf doch gependelt haben. Nehlsen vermutete, daß die Hintermaschine eine Eigenfrequenz (Störfrequenz) der Schlupffrequenz der Vordermaschine überlagern könnte. Das spätere Schrifttum[2]) machte aus der bloßen Vermutung eine Tatsache und versuchte dafür mathematische Beweise zu führen. Dabei wurde angenommen, daß der Ständer der Vordermaschine und das Primärnetz für die von der Hintermaschine erregten Ströme einen Kurzschlußkreis bilden.

H e y l a n d widersprach[3]). Er baut seit Jahren Reihenschluß-Drehfeld-Erregermaschinen, die keine Störungen infolge angeblicher Frequenzüberlagerung zeigen, und die auch sonst vollkommen befriedigen. Wenn die von anderen behauptete, sich überlagernde Störfrequenz möglich wäre, so müßte sie sich ergeben können, gleichviel, ob Drehfeld und Anker gleichsinnig umlaufen wie bei Heyland oder gegensinnig wie nach Nehlsen. Da Feld und Anker der pendelnden Maschinen gegensinnig, Feld und Anker der nicht pendelnden Maschinen hingegen gleichsinnig umliefen, so schloß Heyland nach gewissen Vektorverschiedenheiten der beiden Fälle auf Pendelursache oder -freiheit. Er erklärte, daß Pendelung einträte oder nicht, je nachdem die Ständerspannung und der im Läuferstreufelde bewirkte Drehschwund die Phasenverschiebung des Stromes gegenüber der Spannung der Hintermaschine erniedrigen oder nicht.

Nun untersuchte P i n t e r[4]) die angeführten vermeintlichen Ursachen der Leerlaufpendelung. Nach vektoranalytischer Zergliederung der wirksamen Größen folgert er an Hand eines einfachen Ersatzstromkreises:

1. Die Überlagerung einer Störfrequenz ist unmöglich und kann daher nicht Ursache von Pendelungen sein.
2. Die Ständerspannung und der Drehschwund im Läuferstreufelde bewirken niemals Leerlaufpendelung.

Danach ist die eigentliche Pendelursache noch unbekannt. *Sb.*

[1]) N e h l s e n, ETZ 38 (1917) S. 595: 1. Spalte, Z. 16 v. u.; S. 596: Z. 15 v. o.

[2]) S c h m i t z, T., ETZ 52 (1931) S 1029, und (53) 1932, S. 518. D r e y f u s, L., Kommutatorkaskaden und Phasenschieber, S. 52 bis 58, Berlin: Julius Springer. Besprechung in ETZ 53 (1932) S. 327.

[3]) H e y l a n d, ETZ 51 (1930) S. 1545, 3. Absatz; ferner Arch. Elektrotechn. (1932) S. 1 und ETZ 54 (1933) S. 599, Abschnitt III b.

[4]) P i n t e r, E., Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 6, S. 417.



RUNDSCHAU.

Apparate und Stromrichter.

621. 316. 722 **Niederspannungs-Kleinregler.** — Niederspannungs-Kleinregler dienen zum Gleichhalten der Gebrauchsspannung in Netzen bis 500 V bei wechselnder Belastung oder zur Veränderung der Spannung bei Ofenumspannern oder Gleichrichtern. Der in Abb. 1 gezeigte Kleinregler mit Hand- oder Selbstbetätigung besteht aus einem Stufen-Sparumspanner, einem aufgebauten Stufenschalter mit Schnellschaltvorrichtung, einem Umschalter für Zu- und Gegenschaltung der Regelwicklung, einem Motorantrieb mit den zum selbsttätigen Schalten erforderlichen Geräten und dem Freiluftgehäuse. Die Schnellschaltvorrichtung führt den einmal begonnenen Lastschaltvorgang stets selbsttätig und unabhängig vom Antrieb durch.

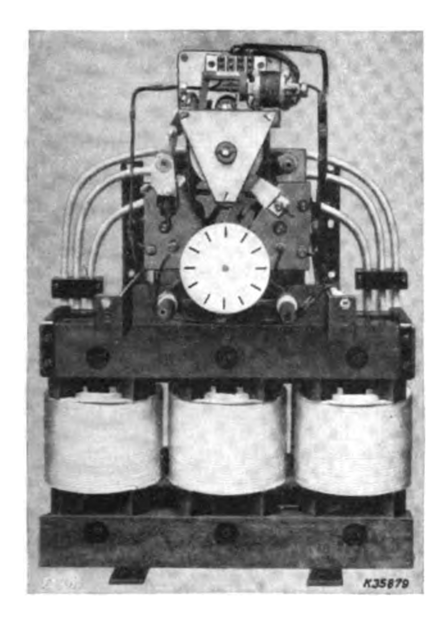


Abb. 1. Niederspannungs-Kleinregler.

Während der Antrieb zur Schaltung einer Stufe 3 bis 5 s lang läuft, wird der Kraftspeicher aufgeladen. Vor Stillstand des Motors entlädt sich der Kraftspeicher und vollzieht kurzzeitig die Lastschaltung. Eine Umschaltvorrichtung dient zur Umkehrung des Regelsinnes. Die Kontakte des Umschalters öffnen im stromlosen Zustand. Um die Einrichtung besonders für Fälle geeignet zu machen, in denen eine Wartung durch geschultes Personal nicht regelmäßig erfolgen kann, wurde besonderer Wert auf kräftige Bauart und Unabhängigkeit gegen Bedienungsfehler gelegt. Bei Aufstellung im Freien wird der Regler meist an einem Mast angeordnet. Das Gehäuse ist so eingerichtet, daß trotz der notwendigen Lüftungsöffnungen Regen und Schnee nicht in das Innere gelangen können. Im allgemeinen sind die beiden Kabel — das ankommende mit der schwankenden Spannung, das abgehende mit der geregelten Spannung — die einzigen Zuleitungen zum Gehäuse.

Die bei selbsttätiger Regelung verwendeten Spannungsrelais (Kontaktgeber) arbeiten mit Zeitverzögerung, so daß kurzzeitige Spannungsschwankungen sich nicht auswirken und die Zahl der täglichen Schaltungen in mäßigen Grenzen gehalten wird. Bei Spannungsstufen in der Größenordnung von 2 bis 2,5 % kann ein vierstufiger Regler ± 10 % der Netzspannung ausregeln. Für umfassendere bzw. feinerstufige Spannungsregelung und größere Leistungen kommt ein sechsstufiges Modell in Frage. [AEG-Mitt. H. 3 (1935) S. 69.] *f.*

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

669. 71 : 621. 313. 045 + 621. 315 + 621. 316 **Erfahrungen über Verwendung von Aluminium in elektrischen Anlagen.** — Der Verfasser berichtet über die Erfahrungen, die in den 1917 bis 1920 erbauten elektrischen Anlagen der Bayerischen Kraftwerke AG., Hart a. Alz, mit Aluminium als Werkstoff gemacht worden sind. Vier Wasserkraftgeneratoren je 8000 kVA, 10 kV, Transformatoren und eine Anzahl Motoren waren in der Kriegszeit mit Aluminiumwicklung geliefert worden. Die Verbindung der Spulenenden untereinander erfolgte meist durch Schweißung, auf der Baustelle erforderliche Verbindungen sind mit Löthülsen ausgeführt. Eine Lockerung oder Lösung derartiger Löt- oder Schweißstellen ist nicht vorgekommen, Durchschläge sind ausnahmslos auf die minderwertige damals verfügbare Isolation und auf Einwirkung äußerer Kurzschlüsse zurückzuführen gewesen. Die Motoren wurden im Laufe der Jahre mit Kupfer umwickelt, um die dadurch mögliche Leistungssteigerung auszunutzen. In der Schaltanlage, die für einen Höchststrom von 1700 A bemessen wurde, ergaben sich Schwierigkeiten, weil trotz stark belasteter Sammelschienen auf die Wärmeausdehnung nicht genügend Rücksicht genommen worden war. Die Kontaktstellen der Schienen untereinander und die Kupferanschlüsse der Apparate wurden sauber abgeschabt und wie üblich verschraubt. Zentralklemmen aus Messing und eiserne Kabelschuhe sind bis heute ohne Nachteil im Betrieb. Jährlich einmal werden die Schraubstellen geprüft und falls erforderlich nachgezogen. Eine Verschlechterung des Übergangswiderstandes durch Kondenswasser oder durch die Abgase der Karbidfabrik ist nicht beobachtet worden. Kurzschlüsse sind in ihrer mittelbaren Auswirkung meist weniger heftig als in Anlagen mit Kupferleitern, weil die Rückstände des Aluminiums nichtmetallischer Art sind.

Zur Verbindung des Kraftwerkes mit der 2,2 km entfernten Karbidfabrik sind sechs Kabel mit 3 · 185 bzw. 3 · 120 mm² für 10 kV Betriebsspannung verlegt worden. Anfangs traten häufig Durchschläge auf, da die schlechtere Kriegsisolation sich als ungenügend in bezug auf Sicherheit gegen Wärmedurchschlag bei der zu hoch gewählten Belastung erwies. Durch Parallelschalten zweier Kupferkabel wurde diese Fehlerquelle beseitigt. Sämtliche Verbindungen sind mit Lötschraubhülsen aus Messing ausgeführt. Infolge eines Erdrutsches traten an einer Stelle zahlreiche Muffendurchschläge auf. Beschädigte Kabelstücke wurden, weil man Aluminiumersatzstücke nicht mehr erhalten konnte, durch Stücke von Kupferkabeln ersetzt, die mit den Aluminiumkabeln ebenfalls verlötet sind. Seit Beseitigung der Erdbewegungen sind Störungen nur mehr in sehr geringem Maße aufgetreten. Erd- und Kurzschlüsse kommen durch Verdampfen des Aluminiums meist von selbst zum Erlöschen; der Isolationswert der beschädigten Ader steigt häufig auf den der gesunden, so daß man zur Fehlerortsbestimmung das sehr empfindliche Kapazitätsverfahren mit ballistischem Galvanometer anwenden muß.

Die in der Fabrik verlegten Kabel haben infolge geringerer Belastung nie Störungen zu verzeichnen gehabt. Störungen in den Niederspannungsfreileitungen, die auf nicht genügend sachgemäße Verbindungen zurückzuführen sind, wurden durch sorgfältigere Ausführung der Abzweigstellen und Verwendung von Klemmen neuerer Konstruktion behoben.

Aus den Erfahrungen heraus kann festgestellt werden, daß Betriebsstörungen nur in Ausnahmefällen auf den Leiterwerkstoff selbst zurückzuführen sind, und künftig bei sorgfältiger Verlegung unter Ausnutzung der inzwischen gemachten Erfahrungen vermieden werden können. [T. Müller, Aluminium (1935) H. 6.] *W. Z.*

621. 311. 22 : 628. 81 **Die Entwicklung der UdSSR-Heizkraftwerke in den letzten 10 Jahren.** — Im November 1924 hat das Kraftwerk III in Leningrad die Lieferung von Heizwärme an das 400 m weit ent-

fernte Städtische Krankenhaus übernommen. Trotz verhältnismäßig guter Betriebsergebnisse, welche mit dieser Versuchsanlage erzielt wurden, ging die Entwicklung der Heizkraftwerke in der ersten Zeit langsam vor sich. Erst im Jahre 1931 hat das Zentralvollzugskomitee beschlossen, den Bau von Heizkraftwerken großer Leistung aufzunehmen, und zwar mit möglichst hohen Dampfdrücken. Es wurde zunächst das 60 000 kW-Heizkraftwerk des Wärmetechnischen Instituts in Moskau mit einem Höchstdruck von 130 at in Angriff genommen. So entstand und wird teilweise in nächster Zeit eine Reihe größerer Fern- bzw. Industrie-Heizkraftwerke in Betrieb genommen. Planmäßig soll der Anteil der Heizkraftwerke an der gesamten eingebauten Leistung der UdSSR-Kraftanlagen gesteigert werden, wobei in den einzelnen Bezirken die neuen Wärmekraftwerke künftig fast ausschließlich als Fernheizwerke errichtet werden sollen. Parallel mit dem Bau der Kraftwerke wurden auch die Schwierigkeiten der Wärmefortleitung überwunden. Bei der Herstellung der Heizrohrnetze wird die Elektroschweißung im hohen Maße angewandt, die Flanschenverbindungen werden dadurch fast gänzlich vermieden, so daß eine einfache, meistenteils offene Bauart bei der Verlegung der Rohrleitungen angewandt werden kann. [„Sa Industrialisaziu“ und „Technika“ v. 24. 11. 1934; H. 12 (1934) der Z. „Ost-Europa-Markt“.] *T. S.*

Leitungen.

621. 315. 21 **Die Erwärmung von Kabeln durch Sonnenbestrahlung.** — Für die Beantwortung der Frage, um welchen Betrag die normale Belastbarkeit eines Kabels heruntergesetzt werden muß, wenn es durch seine Verlegung im Freien der Sonnenstrahlung ausgesetzt ist, wurden an verschiedenen Orten, nämlich in London, Mailand und Buenos Aires an Kabeln verschiedener Größe und Bauart Meßreihen durchgeführt[1]). Zum Teil waren die Kabel frei nebeneinander oder übereinander aufgehängt, teils in Schalen an Wänden entlang von Bahnkörpern (Einschnittbahnen) befestigt. Gemessen wurden mit Thermometern die Temperaturen der bestrahlten Oberfläche sowie die Schattentemperaturen. Teilweise fanden auch Thermoelemente Verwendung. (Im Anhang der Veröffentlichung finden sich ausführliche Angaben über die bei den Ablesungen der Strahlungsthermometer anzubringenden Berichtigungen sowie eine mathematische Behandlung der Abhängigkeit des Temperaturanstieges von der Bestrahlungsdauer.) Durch Anblasen von Kabeln mit Luft verschiedener Geschwindigkeit ließ sich auch der Einfluß der Luftbewegung ermitteln. Als „Faktor der Kabelumhüllung“ wird eine Größe festgelegt, welche gleich dem Quotienten aus der Kabeltemperatur (und zwar dem Mittel aus der sonnenseitigen und der schattenseitigen Messung) und der höchsten Übertemperatur am Sonnenstrahlungsthermometer gegenüber der Umgebung ist. Dieser Faktor lag zwischen 0,37 und 0,88; seine Abhängigkeit vom Kabeldurchmesser geht z. B. aus folgenden Mailänder Messungen hervor:

Kabeldurchmesser in cm	2	4	6	8
Faktor F	0,36	0,5	0,6	0,64

Diese Zahlen gelten für blanke Bleikabel und gelten wahrscheinlich allgemein für europäische Verhältnisse. Dagegen scheinen die Klimaeinflüsse bei bewehrten Kabeln Beachtung zu fordern, die Art der Kabelumhüllung spricht dabei mit. Aus meteorologischen Messungen kennt man für die verschiedenen Punkte der Erde die Intensität der Sonnenstrahlung, ausgedrückt in mW/cm^2 bei senkrechter Bestrahlung. Beispielsweise ergab sich aus Messungen in Italien als Mittelwert der Sonnenstrahlungsintensität 92 mW/cm^2 und als höchste Übertemperatur des Strahlungsthermometers über die Umgebung 30 ° C. Unter Annahme eines Höchstwertes von 33 ° C für die Übertemperatur des Strahlungsthermometers gelangt man zu folgenden Abhängigkeiten des Temperaturanstieges des Kabels von seinem Durchmesser:

Durchmesser	cm	2	3	4	5	6	7
blanke Bleikabel	°C	12	14,4	16,4	18	19,5	20,5
bewehrte Kabel	„	—	—	—	21,5	24,2	26

[1]) Vgl. a. ETZ 56 (1935) H. 9, S. 255.

Diese Übertemperaturen zufolge Sonnenbestrahlung sind von der für das Kabel zuträglichen Übertemperatur, die beispielsweise 50 ° C betragen möge, abzuziehen, wenn man die tatsächliche Belastbarkeit berechnen will.

Es wurden auch die Leistungen gemessen, welche erforderlich waren, um an bewehrten Kabeln durch Stromheizung im Schatten dieselbe Übertemperatur zu erzielen, wie sie sich durch die Sonnenbestrahlung einstellt. Setzt man diese Werte in Beziehung zu der gesamten Sonnenstrahlungsenergie, welche während der Versuchsdauer auf 1 m Kabellänge entfällt, so ergibt sich eine als Absorptionsfaktor der Kabeloberfläche bezeichnete Größe. Dieser Faktor betrug bei den Durchmessern 2,1 bzw. 5,4 bzw. 7,0 cm, 0,52 bzw. 0,52 bzw. 0,58. [E. B. Wedmore, J. Instn. electr. Engr. 75 (1934) S. 737.] *Eg.*

621. 316. 933. 1 **Ausblasschutz-Funkenstrecken zum Schutz einer 132 kV-Leitung.** — Der bei einem Blitzeinschlag an einer Hochspannungs-Freileitung hervorgerufene Überschlag hat in der Regel einen aus der Leitung selbst gespeisten Leistungslichtbogen an den Isolatoren zur Folge. Zur sofortigen Unterbrechung dieses Leistungslichtbogens, ohne hierzu die Leitung abschalten zu müssen, sind Schutzfunkenstrecken entwickelt worden[1]), die aus einem an einer Seite offenen, engen Fiberisolierrohr bestehen, in dessen Bohrung eine stabförmige, metallische Elektrode von der anderen Seite her eingeführt ist. Die Gegenelektrode wird durch ein auf das offene Ende des Fiberrohrs aufgebrachtes metallisches Rohrstück gebildet. Die Länge des Fiberrohrs ist so bemessen, daß der Überschlag stets im Innern des Rohres durch den Luftzwischenraum zwischen den Elektroden der Funkenstrecke erfolgt. Die sich dabei entwickelnden Lichtbogengase werden durch das offene Ende des Fiberrohrs herausgeblasen. Zweckmäßig werden immer zwei solcher Ausblas-Funkenstrecken in Reihe mit einer Luftfunkenstrecke neben den Leitungsisolatoren zwischen das Freileitungsseil und Erde geschaltet. Durch die Einschaltung der äußeren Luftfunkenstrecke wird vermieden, daß ein Verkohlen der Fiberrohre infolge zu hoher elektrischer Beanspruchung im Dauerbetrieb der Freileitung eintreten kann.

Nachdem derartige Ausblas-Funkenstrecken auf einer Reihe von Freileitungen mittlerer Übertragungsspannung zur Anwendung gekommen sind, wurden in größerem Umfange zwei etwa 104 bis 109 km lange Hochspannungsleitungen für 132 kV bei der Appalachian Electric Power Co. damit ausgerüstet. Nach Erprobung einiger betrieblich weniger geeigneter Anordnungen wurden derartige Ausblas-Funkenstrecken am Aufhängepunkt der Isolatorenketten und über der Leitungsklemme V-förmig so gegeneinander angeordnet, daß zwischen ihrem freien Ende ein die äußere Funkenstrecke bildender Zwischenraum verblieb, wie dies aus Abb. 2 hervorgeht. Der Vorteil dieser Anordnung ist, daß nur wenige Befestigungsteile für die Isolierrohre erforderlich sind und die Leitungsabstände durch die Vorrichtung in keiner Weise behindert werden. Die in Rede stehenden 132 kV-Leitungen sind auf Eisenmasten verlegt und die Phasen übereinander angeordnet. Zur Isolierung dienen 10gliedrige Ketten aus Kappenisolatoren mit einem 12 und 13 cm messenden Tellerdurchmesser. Der waagerechte Abstand der Leitungsseile ist 6,5 bis 8,4 m, der lotrechte 3,9 m. In 3 m Abstand über dem obersten Leitungsseil ist ein Erdseil gespannt. Das unterste Leitungsseil beifndet sich 19,2 m über dem Erdboden. Zum Zweck der Überwachung des Arbeitens der Ausblas-Funkenstrecken wurden vor deren Ausblasöffnungen Abschmelzdrähtchen angebracht. Außerdem wurden an allen Leitungsmasten Blitzstrommesser[2]) befestigt. Der Strom und die Spannung zwischen Leitung und Erde wurden während der Gewitterzeiten im Kraftwerk oszillographisch überwacht. Während der Beobachtungen im Jahre 1934 wurde das Arbeiten der Ausblas-Funkenstrecken auf den beiden Leitungen 262mal festgestellt. Von sämtlichen Ausblas-Funkenstrecken hatten 15 % einmal und in fünf Fällen mehrere sogar zweimal gearbeitet. An 17 Funkenstreckenrohren wurden äußere Lichtbogenüberschläge festgestellt, deren Ursache nicht völlig einwandfrei geklärt werden konnte. In einem Fall war er auf außergewöhnlich starke Beregnung zurückzuführen. Oszillographisch wurde gefunden, daß die bei der Abschaltung des Leistungslicht-

[1]) Vgl. Trans. Amer. Inst. electr. Engr. 52 (1933) S. 884.
[2]) Vgl. Gen. electr. Rev. Bd. 35 (1932) S. 644.



bogens durch die Ausblas-Funkenstrecken unterbrochenen Ströme Effektivwerte bis 2500 A erreichten. Bei diesen Unterbrechungen versagten die Isolierrohre der Funkenstrecken in keinem einzigen Falle. Aus den Oszillogrammen war ferner festzustellen, daß auch mehrfache Blitzschläge, und zwar zwei bis acht hintereinander, in einem Zeitraum von 2 bis 26,5 Wechselstromperioden auftraten. Es ist möglich, daß in manchen Fällen auch solche Mehrfach-Blitzentladungen durch die Ausblas-Funkenstrecken bewältigt worden sind, was natürlich durch die Abschmelzdrähtchen am Ausgang der Isolierrohre nicht angezeigt werden konnte. In einem Falle, in dem solche Mehrfach-Blitzentladungen beobachtet wurden, kam die mit den Ausblas-Funkenstrecken ausgerüstete Leitung außer Betrieb. Mit Hilfe der Blitzstrommesser wurden Blitzströme bis

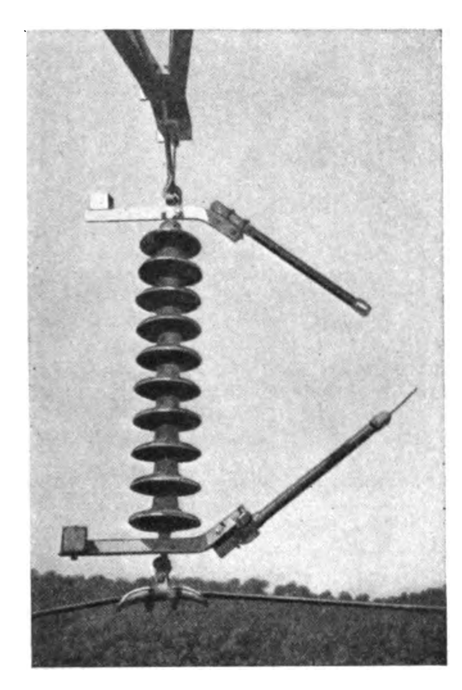


Abb. 2. Ausblas-Funkenstrecken an der Isolatorenkette einer 132 kV-Leitung.

130 kA festgestellt, wobei auf die einzelnen Isolierrohre der Ausblas-Funkenstrecken Ströme bis 37 kA entfielen. Der Vergleich der Zahl der durchschnittlich auf eine bestimmte Einheit der Leitungslänge entfallenden Betriebsunterbrechungen vor und nach der Ausrüstung der Leitungen mit den Ausblas-Funkenstrecken ergibt, daß die Leitungen durch die Funkenstrecken zwar noch nicht vollkommen gegen die Folgen von Blitzeinschlägen gesichert sind, daß aber die Betriebsunterbrechungen und ihre schädlichen Auswirkungen auf das ganze Leitungsnetz oder irgendeinen Teil der Leitungen selbst wesentlich verringert worden sind. Hinsichtlich des Verschleißes der Fiberrohre durch Witterungseinflüsse, Kriechströme und elektrische Dauerbeanspruchungen während des Betriebes und ihrer notwendigen Erneuerungen und Verbesserung müssen noch Erfahrungen gesammelt werden. [P. S p o r n u. I. W. G r o s s, Electr. Engng. 54 (1935) S. 66.] *O. N.*

Elektromaschinenbau.

621. 313. 332 : 621. 319. 4 **Der durch Kondensatoren selbsterregte Drehstrom-Asynchrongenerator.** — Die Frage der Selbsterregung selbständig arbeitender Asynchrongeneratoren durch Kondensatoren wurde schon mehrfach von verschiedenen Verfassern behandelt, sei es analytisch oder auch nach dem graphischen Verfahren durch vektorielle Zusammensetzung der Admittanzen von Maschine, Netz und Kondensator. Dabei wird mit Vorteil die Generatoradmittanz in den schlupfabhängigen (Admittanzkreis) und in den spannungsabhängigen Anteil zerlegt. H a f n e r bringt nun eine für den Praktiker sehr brauchbare graphische Darstellung, bei der durch zulässige Vernachlässigungen alle Betriebsgrößen in einfachster Weise, mit Hilfe der aus dem einfachen Leerlauf- und Kurzschlußversuch erhaltenen Grundwerte, ermittelt werden können. Aus dem Ersatzbild für die Asynchronmaschine mit parallel geschalteten Kondensatoren erhält man die Kreisfrequenz $\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{L_1 C}}$, bei der die Selbsterregung eintritt. $\omega_1 L_1$ ist die aus dem Leerlaufversuch ermittelte Leerlaufreaktanz. Für das Verhalten der Maschine bei Belastung gilt die einfache Bedingung, daß der Blindleistungsbedarf von Netz und Generator vom Kondensator gedeckt werden muß. Die einfache Darstellung läßt klar die geeigneten Mittel erkennen, die Belastbarkeit der Maschine zu erhöhen und den Spannungsabfall zu verringern, und zwar entweder Erhöhung der Generatoradmittanz durch starke Sättigung der Maschine oder Verwendung hochgesättigter Drosseln, die parallel zu den Kondensatoren geschaltet werden. Die günstige Wirkung hochgesättigter Drosseln wird durch ausgeführte Versuche bestätigt. Als Schutz gegen eine unzulässige Spannungssteigerung nach dem Abschalten vom Netz, die eintritt, wenn die Kondensatoren sehr groß sind und die der Eigenfrequenz entsprechende Drehzahl unter der Generatordrehzahl liegt, empfiehlt der Verfasser den Anschluß der Kondensatoren über einen Autotransformator, der durch seine Sättigung bei zunehmender Spannung die Überkompensierung verringert. Auf den Erregungsverlauf selbst geht der Verfasser nicht ein. Die Arbeit läßt einen abschließenden Vergleich des asynchronen Generatorbetriebes mit dem normalen Synchrongenerator vermissen. [H. H a f n e r, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) S. 89.] *Ttl.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Elektrische Prüfämter. — Die folgende Aufstellung gibt einen Überblick über die bisher zugelassenen Elektrischen Prüfämter. Die Grenzen der Prüfbefugnis (Art der zu prüfenden Geräte sowie Meßbereich) sind mit Rücksicht auf die in den einzelnen Prüfämtern vorhandenen Einrichtungen verschieden.

EP 1	Mitteldeutscher Bezirksverband des REV	Ilmenau
EP 2	Techn. Staatslehranstalten	Hamburg
EP 3	Städt. Elektrizitätswerk	München
EP 4	Bayer. Landesgewerbeanstalt	Nürnberg 2
EP 5	Pfälz. Gewerbemuseum	Kaiserslautern
EP 6	Städt. Elektrizitätswerk	Frankfurt a. M.
EP 7	Städt. Elektrizitätswerk	Bremen
EP 8	Ostpreuß. Revisionsverein	Königsberg i. Pr.
EP 9	Sächs. Thür. Dampfkessel-Rev. Verein	Halle a. d. S.
EP 10	Betriebsverwaltung Essen des RWE	Essen
EP 11	Bezirksverband Oberschwäbischer Elektrizitätswerke in Biberach a. Riss	Ravensburg
EP 12	Städt. Elektrizitätswerk	Wuppertal-Barmen
EP 13	Kommunal. Elektro-Zweckverb. Mitteldeutschl.	Kassel
EP 14	Märkisches Elektrizitätswerk Berlin	Oranienburg
EP 15	Städt. Elektrizitätswerk	Stuttgart
EP 16	Städt. Licht- und Wasserwerke	Kiel
EP 17	Schleswig-Holstein. Stromversorgungs A. G.	Rendsburg
EP 18	Berliner Städt. Elektrizitätswerke	Berlin NW 6
EP 19	Hann.-Braunschweig. Stromversorgungs A. G.	Hannover
EP 20	Schles. Elektrizitäts- u. Gas A. G.	Gleiwitz
EP 21	Städt. Betriebswerke, Elektrizitätswerk	Hannover
EP 22	Magdeburger Versorgungsbetriebe, Eltwerk	Magdeburg
EP 23	Elektrizitätswerk Wesertal G.m.b.H.	Hameln
EP 24	A. G. Sächsische Werke	Dresden
EP 25	Überlandwerk Oberschlesien A. G.	Neiße
EP 26	Zweckverband Überlandzentrale Mittelschles.	Striegau
EP 27	Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen	Dortmund
EP 28	Überlandzentrale Helmstedt	Helmstedt
EP 29	Elektrizitätswerk u. Straßenbahn Braunschweig	Braunschweig
EP 30	Wasser-, Elektrizitäts- und Gaswerke	Wiesbaden
EP 31	Lech Elektrizitätswerke	Augsburg
EP 32	Städt. Elektrizitätswerke	Breslau
EP 33	Stettiner Elektrizitätswerke	Stettin

621. 317. 785 **Prüfungen und Beglaubigungen.** — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende „B e k a n n t m a c h u n g Nr. 377[1]).

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektr. Maßeinheiten, werden folgende Strom- und Spannungswandlersysteme zugelassen.

Zusatz zu den Systemen 27, 28, 29, 30, Stromwandler, und zu dem System 31, Spannungswandler, sämtlich hergestellt von der **Siemens & Halske AG. in Berlin-Siemensstadt.**

Berlin-Charlottenburg, den 8. Februar 1935.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

S t a r k."

[1]) Reichsministerialblatt 1935, S. 84.



Beschreibung[1]).

Die durch die Bekanntmachungen Nr. 358 vom 26. Mai 1934[2]), Nr. 359 vom 28. Mai 1934[3]) und Nr. 360 vom 31. Mai 1934[4]) zur Beglaubigung zugelassenen Strom- und Spannungswandlerformen der oben aufgeführten Systeme der Firma Siemens & Halske AG. in Berlin-Siemensstadt erhalten geänderte Formzeichen, und zwar wird den früheren Formzeichen der Buchstabe S hinzugefügt. Die Ausführung der Wandler bleibt unverändert.

Elektrowärme.

621. 365. 4 : 666. 5 **Elektrischer Ringtunnelofen für den Dekorbrand von Porzellan.** — Für die nach mannigfaltigen Methoden und verschiedenartigen Arbeitsverfahren ausgeführte Dekorierung keramischer Waren können elektrisch geheizte Schmelzmuffeln wegen ihrer rein oxydierenden, staub- und schwefelfreien Ofenatmosphäre, der leicht kontrollierbaren sowie genau einstellbaren Temperaturen und der einfachen Bedienungsweise vorteilhaft Verwendung finden. Bereits vor 8 Jahren wurde ein gerader elektrischer Tunnelofen nach Patent Moore-Campbell ausgeführt, der sich inzwischen zufriedenstellend bewährt hat. Die räumlichen Verhältnisse aber in älteren Porzellanfabriken lassen in der Regel den Einbau derartiger Öfen infolge ihrer beträchtlichen Länge nicht zu. Hierauf nimmt der in vorliegender Arbeit beschriebene Ofen Rücksicht. Sein Einbau ist infolge der runden Bauart in kleinere Räume leicht möglich, soweit deren Abmessungen den benötigten Zeittemperaturkreis noch zulassen. Die kreisförmige Muffel mit dem umgebenden Mauerwerk ruht auf einem Ring aus Stahlplatten, die von Säulen getragen werden. Den Ofen durchläuft ein sich kontinuierlich drehender Tisch, auf den die Schmelzkörbe aus hochhitzebeständigem Stahl mit der Porzellanware aufgesetzt werden. Das Schmelzgut selbst wird zur Aufrechterhaltung einheitlichen Temperaturverlaufes möglichst gleichmäßig verteilt und zwischen benachbarten Stücken gegen Berührung der aufzuschmelzenden Glasuren gestützt. Mauerwerk und Muffel sind an einer Stelle unterbrochen; die hier erfolgende Aufgabe der Ware und gleichzeitige Entleerung der Schmelzkörbe wirkt sich in arbeitstechnischer Hinsicht günstig aus. Die Ware durchläuft den Ofen in 16 bis 24 h, und zwar im Vorfeuer bei 400 °C, in der Glutzone bei 600 °C und im Scharffeuer bei 700 bis 800 °C. Ein Ofen mit einer Leistungsaufnahme von 55 kW hat einen mittleren Durchsatz von 3200 und ein Ofen mit 65 bis 75 kW einen solchen von 5000 bis 6000 Dutzend Speise- und Teeservice je Woche. Der Aufbau und die Arbeitsweise des Ofens entsprechen sonst dem seit etwa 3 Jahren in die amerikanische keramische Industrie eingeführten und wegen seines rationellen Betriebes bereits weit verbreiteten gasgeheizten Ringmuffelofen[5]). Gegenüber den in Deutschland für den Dekorbrand von Porzellan allgemein gebräuchlichen kohle- und gasgefeuerten sogenannten Fürbringermuffeln bedeutet die vorliegende Konstruktion elektrisch betriebener Ringmuffelöfen einen weiteren Fortschritt in der Nutzbarmachung elektrischer Energie für die Heizung keramischer Industrieöfen. [Engineering 138 (1934) S. 645.] *Glt.*

Verkehrstechnik.

621. 332. 31 **Fahrleitungen für Höchstgeschwindigkeiten.** — Bei Fahrgeschwindigkeiten über 120 km/h ist eine gute Stromabnahme an Kettenfahrleitungen mit festverlegtem Tragseil nicht unter allen Bedingungen gesichert. Eine Maßnahme, um auch an Fahrleitungen für Höchstgeschwindigkeiten eine praktisch funkenfreie Stromabnahme zu erreichen, ist das bewegliche Nachspannen von Tragseil und Fahrdraht (Abb. 3). Diese Ausführung wurde an der Fahrleitung Halle—Stumsdorf der Strecke Halle—Köthen—Magdeburg der Deutschen Reichsbahn eingebaut[6]).

Durch die Nachspannung des Tragseiles wird bei allen Temperaturen eine gleiche Fahrdrahthöhenlage erreicht. Nach den praktischen Erfahrungen läßt sich der Fahrdraht aber in der Mitte des Feldes vom Stromabnehmer viel leichter und mehr anheben als in der Nähe der Maste. Um diese Unterschiede, die sich in der Auf- und Abbewegung des Stromabnehmers äußern, auszugleichen, erhält der Fahrdraht einen zusätzlichen Durchhang von etwa 8 cm. Bei dieser Fahrdrahtlage ist der Bügelweg praktisch waagerecht (Abb. 4), wodurch eine gute Stromabnahme, wie Fahrtversuche zeigten, erzielt wurde.

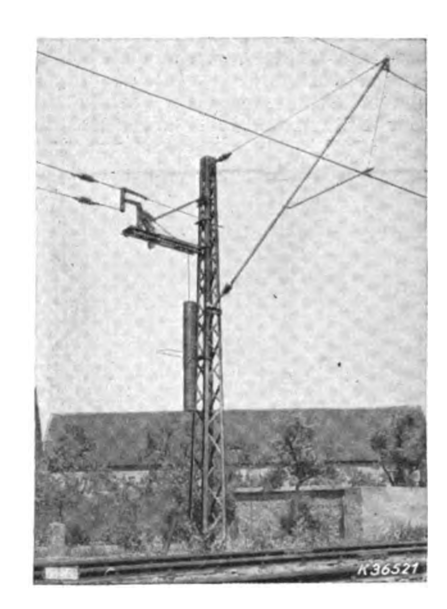
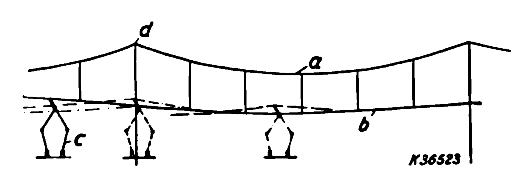


Abb. 3. Selbsttätiger Nachspanner für Tragseil und Fahrdraht.



a beweglich. nachgesp. Tragseil *c* Bügelstromabnehmer
b „ „ Fahrdraht *d* Stützpunkt für Tragseil

Abb. 4. Fahrleitung mit nachgespanntem Tragseil mit zusätzlichem Durchhang.

Zum Ausgleich der Temperaturen-Längenänderungen des Tragseiles wurden bewegliche Stützpunkte verwendet. Auf der freien Strecke wird das Tragseil hierzu an drehbaren Rohrauslegern aufgehängt. In Bahnhöfen ist die früher übliche Rollenaufhängung oder Gleitvorrichtung durch eine einfache Aufhängung mit Hängeisolator ersetzt, welcher entsprechend der Längenänderung des Tragseiles eine kleine Neigung annimmt (Abb. 5). Eingehende



Abb. 5. Beweglicher Stützpunkt für Tragseil, äußerste Temperaturlage.

Berechnungen und Versuche hierzu haben gezeigt, daß die Temperatur-Längenänderung des Tragseiles durch eine sehr geringe Isolatorneigung erreicht werden kann, wenn die Isolatoraufhängung genügend lang ist.

In der Mitte des Nachspannfeldes werden Fahrdraht und Tragseil festgelegt. Auf der freien Strecke wird hierzu das Tragseil an einem festen Ausleger angebracht.

---

[1]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 377. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[2]) ETZ 55 (1934) S. 696.
[3]) ETZ 55 (1934) S. 887.
[4]) ETZ 55 (1934) S. 1031.
[5]) Ceram. Ind. 22 (1934) S. 368; Keram. Rdsch. 43 (1935) S. 147.
[6]) Kettler, Elektr. Bahnen H. 2 u. 3 (1935) S. 45 u. 68.



Entweder wird ein drehbarer Ausleger an dem nächstliegenden Mast verankert oder es wird ein fester Ausleger an einem verdrehungssicheren Mast angebracht. Im Bahnhof werden die Tragseile durch Ankerseile (Abb. 6) festgelegt. Diese Seile haben eine Verspannung von etwa 300 kg und erhalten nach Tragseilbruch, wie einige Schnittversuche gezeigt haben, höchstens 500 kg Zug.

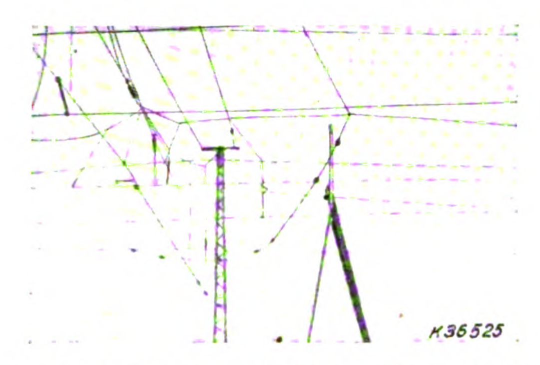
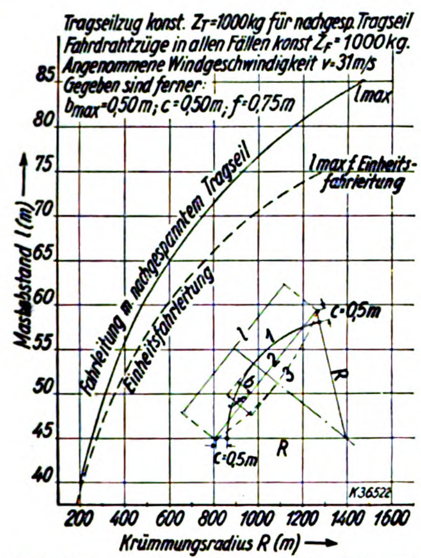


Abb. 6. Schnittversuch am Festpunkt im Bahnhof: ein Tragseil durchschnitten.

Die Streckentrennung auf der freien Strecke wird durch Aufhängung jeder Fahrleitung an je einen besonderen Ausleger erreicht, wobei die Ausleger an einem gemeinsamen Mast drehbar gelagert sind. In Bahnhöfen wurden hierzu teils schwere Abfangjoche notwendig, wie im Hauptbahnhof Halle mit 28 m Spannweite und 4,5 t, im Hauptbahnhof Magdeburg mit 30 m Spannweite und 8 t Gewicht.



1 Bügelmitte *2* Verbindungslinie der Stützpunkte *3* Fahrdrahtlage bei größtem Windabtrieb

Abb. 7. Mastabstand für verschiedene Krümmungshalbmesser.

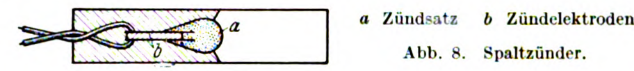
Zum Überbrücken der Streckentrennungen sind Masthörnerschalter mit einfacher und in Gegenden mit starker Isolatorverschmutzung mit doppelter Isolation eingebaut. Ein großer Teil dieser Schalter wird mit Fernschalterantrieben vom Bahnhof oder dem Stellwerk aus fernbedient. Der Motor des am Mast angeschraubten Antriebes betätigt den Mastschalter über Getriebe, Rutschkupplung, Schaltergestänge mit Stoßfeder und gibt entsprechend der Einstellung der Reibungskupplung Drehmomente bis 30 kgm ab. Die Schaltzeit ist für 220 V Wechselstrom 3 s bei 3 A und 650 m vorgeschalteter Kabellänge. Die Antriebe lassen sich von Hand betätigen, wobei der Motor mit einem Sicherheitsschalter überbrückt werden kann. Für den Antrieb werden $2n+1$ Adern benötigt, wobei n die Anzahl der Antriebe ist. Das zugehörige Wandschaltwerk[1]) kann durch Hauptschalter vom Netz abgeschaltet werden. Sämtliche Geräte für einen Antrieb, wie Signallampen, Motorschutzschalter, Klemmbrett und Steuerschalter, sind in einem Feld zusammengefaßt und auf einer leicht herausnehmbaren Grundplatte befestigt. Der Deckel des Wandschaltwerkes ist abnehmbar. Die Abdeckschilder bestehen aus hochglanzpoliertem Preßstoff. Die Schalter sind so eingerichtet, daß der Knebel vom Hauptschalter nur in der Einstellung abgezogen werden kann, während er sich bei dem Steuerschalter nur in der Mittellage einführen läßt. Die Signallampen brennen nur bei eingeschaltetem Hauptschalter und zeigen die Stellung des Mastschalters an.

[1]) Diese Ausführung wurde von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, Oberste Bauleitung für Süddeutsche Elektrisierungen, vereinheitlicht.

Die neuartige Fahrleitung mit nachgespanntem Tragseil und zusätzlichem Durchhang für den Fahrdraht bietet neben guter Stromabnahme auch wirtschaftliche Vorteile gegenüber älteren Systemen. Der gleichbleibende Tragseilzug läßt kleinsten Windabtrieb, größte Mastentfernung und niedrigste Bauhöhe der Fahrleitung zu. Die sich hieraus ergebende Ersparnis an Masten, Fundamenten und Stützpunkten geht aus Abb. 7 hervor. S ü b e r k r ü b.

Bergbau und Hütte.

621. 366 : 622. 23 **Elektrische Zündung von Sprengschüssen im Bergbau.** — Die elektrischen Zünder gliedern sich in vier Gruppen: 1. Brückenzünder A, die eine in den Zündsatz eingebettete Brücke aus Widerstandsdraht von etwa 1,5 Ω Widerstand besitzen, 2. Brückenzünder B, die zur Erzielung einer höheren Streustromsicherheit mit einem eingebauten Vorschaltwiderstand von mindestens 50 Ω versehen sind, 3. Spaltzünder



a Zündsatz *b* Zündelektroden

Abb. 8. Spaltzünder.

(Abb. 8), bei denen die Entflammung durch eine besondere Zündmasse hervorgerufen wird, 4. Nebenschlußzünder, die im Aufbau den Spaltzündern gleichen, nur sind die Zündkopfelektroden mit einem Metallfolienstreifen überbrückt.

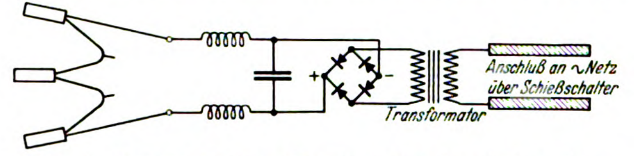
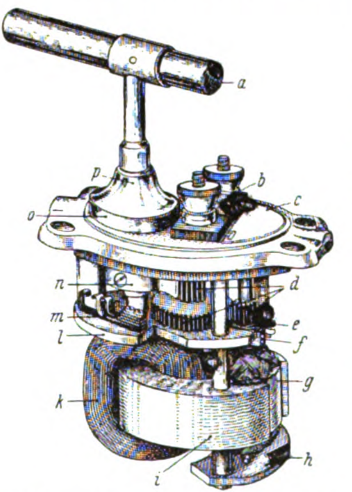


Abb. 9. Sperrung der Streuströme durch Zwischenschaltung eines Transformators.

Um die Zünderketten vom sicheren Zündort an die Schießleitung zu legen, ist der Einbau von Streustromsperren vorteilhaft. Bei einer Ausführung sind zwischen Zünderkette und Schießleitungen elektrische Ventile eingebaut, die Streuspannungen unter 45 oder 90 V absperren und erst im Augenblick der Zündung, durch die höhere Zündspannung der Zündmaschine betätigt, die Sperrwir-



a Antriebsschlüssel
b Klemmenleiste
c Typenschild
d Übersetzungsräder
e Schleifbürste
f Kommutator
g Anker
h Lagerplatte
i Feldmagnet
k Feldwicklung
l Zwischenplatte
m Leistungskontakt
n Zahnsegment
o Sicherungsscheibe
p Schutzbuchse

Abb. 10. Schlagwettergeschützter Minenzünder.

kung kurzzeitig verlieren und den Zündkreis schließen. Bei Entnahme der Zündleistung aus einem Wechselstromnetz kann durch transformatorische Kopplung jede leitende Verbindung zwischen Schießleitung und Zünderkette vermieden und gleichzeitig die Zündspannung auf jeden gewünschten Wert gebracht werden (Abb. 9).

Die Minenzünder verlangen einen besonderen schaltungstechnischen Aufbau des Generators. Bei Ausrüstung



mit einem Trommelanker sind Zündleistung und Zündimpuls fast gleichmäßig und damit günstig. Bei Verbundschaltungen des Generators ergibt sich die günstigste Anordnung. Abb. 10 zeigt einen schlagwettergeschützten Minenzünder. Bei Betätigung des eingesetzten Schlüssels durch ruckartige Drehung um etwa 120° bis zu einem Anschlag wird der Generator über ein Übersetzungsgetriebe in Bewegung gesetzt. Kurz vor Berührung des Anschlages wird die höchste Spannung erreicht, und in diesem Zeitpunkt legt ein Kontakt (Endkontakt) die Schießleitung selbsttätig an die Anschlußklemmen, so daß der Stromkreis der Zündkette zur Zeit der höchsten Spannung durchflossen wird. Nach beendigter Schlüsseldrehung wird die Stromabgabe durch Kurzschluß der Anschlußklemmen unterbrochen, und der Anker des Generators läuft im Freilauf aus, während die Antriebsachse nach Freigabe oder Herausnehmen des Schlüssels durch eine Feder in die Anfangstellung zurückgebracht wird. [Blumberg, Elektr. im Bergb. 9 (1934) S. 56.] *Sgm.*

Fernmeldetechnik.

621. 385 : 621. 397 : 535. 24 **Messungen an Fluoreszenzschirmen, insbesondere bei Erregung mit Elektronenstrahlen.** — Um die Eigenschaften von Fernsehröhren, insbesondere der Fluoreszenzschirme, zu erfassen, hat M. v. Ardenne Lichtstärken-Kennlinien von Braunschen Röhren aufgenommen. Die in der Arbeit wiedergegebenen Kennlinien zeigen den Einfluß verschiedener fluoreszierender Stoffe, verschiedener Anodenspannungen sowie den Einfluß von Sättigungserscheinungen auf die Lichtstärken-Kennlinie. Es wird darauf hingewiesen, daß die Lichtstärken-Kennlinie beim Bau von Fernsehgeräten die Voraussage des Luxwertes der Rasterfläche für die jeweilige Lage des Arbeitspunktes und die jeweilige Größe der Bildfläche erlaubt. Für eine Anzahl von Fluoreszenzstoffen wurden die Wirkungsgrade bei Durchsichtbetrachtung der Fluoreszenzschichten bestimmt. Bei Anodenspannungen von 4000 V und 0,05 W je cm² Schirmbelastung konnten Wirkungsgrade bis zu 5 HK/W an neu entwickelten Schirmen festgestellt werden. Durch Messungen mit dem Pulfrich-Photometer werden die spektralen Verteilungen in absoluten Intensitäten für eine Anzahl Fluoreszenzstoffe und verschiedene spezifische Schirmbelastungen ermittelt und außerdem die auf photographischem Wege erhaltenen Spektren der gleichen Stoffe wiedergegeben. Die spektrale Intensitätsverteilung bei einer Substanz, die sich durch besonders guten Schirmwirkungsgrad auszeichnet, ist in Abb. 11 gebracht. Dieser Schirm liefert ein rein weißes Fluoreszenzlicht bei spezifischen Belastungen bis zu etwa 10^{-2} W/cm². Der Grund für die bei verschiedenen Stoffen gefundene starke Abhängigkeit der spektralen Verteilung von der Stärke der Erregung (vgl. Abb. 11) besteht darin, daß bei diesen Stoffen das Schirmleuchten sich aus zwei spektralen Banden zusammensetzt und die langwellige Bande des Phosphoreszenzlichtes im Gegensatz zu der gleichzeitig beobachteten kurzwelligeren Fluoreszenzbande ausgesprochene Sättigung besitzt.

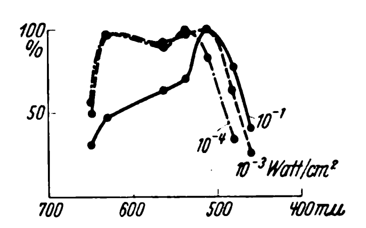


Abb. 11. Spektrale Intensitätsverteilung eines Fernsehschirmes bei verschiedenen spezifischen Belastungen.

Zur völligen Trennung von Phosphoreszenz- und Fluoreszenzkomponente werden Messungen durchgeführt, bei denen die Amplitude des Wechsellichtes in Abhängigkeit von der Frequenz bei im Mittel gleich gehaltener, jedoch zu 100 % modulierter Strahlenergie bestimmt wird. Am Schluß werden Messungen der spektralen Intensitätsverteilung und weitere Beobachtungen bei Erregung der gleichen Fluoreszenzstoffe durch langwellige Ultraviolettstrahlung und Röntgenstrahlung mitgeteilt. [M. von Ardenne, Z. techn. Physik 16 (1935) S. 61.] *Sb.*

621. 395. 013. 7 **Schutz der Fernsprechleitungen gegen Starkstrom auf der Tagung des CCIF. Budapest, September 1934.** — Die Entwicklung eines objektiv messenden Geräuschspannungszeigers ist durch die Budapester Empfehlungen zum Abschluß gebracht worden. Dieses Gerät gestattet es, die auf einer Fernsprechleitung auftretenden Geräuschspannungen ohne Fernhörer und Versuchsperson unmittelbar zu messen. Der wesentlichste Teil dieses Geräts ist das Filter, das die Ohrgewichtskurve elektrisch nachbildet. Es ist auf der Tagung in Budapest gelungen, eine allgemein anerkannte Kurve mit festgelegten Toleranzen anzunehmen. Diese Kurve soll vereinbarungsgemäß auf absehbare Zeit nicht mehr geändert werden.

Mit dem neuen Gerät lassen sich viele Messungen durchführen, die bisher nicht vorgenommen werden konnten. Es handelt sich dabei wesentlich um die endgültige Festsetzung der zulässigen Werte der Geräuschspannungen in Kabeln und Freileitungen. Diese Werte sind s. Z. auf vorläufig 2 mV für erstere und 5 mV für letztere festgesetzt, soweit internationale Fernsprechverbindungen in Frage kommen. Um Unklarheiten zu vermeiden, wird nach einer in Budapest angenommenen Empfehlung die Geräuschspanung, ihrem Wesen entsprechend, künftig als „Geräusch-EMK" bezeichnet. Soweit es sich jedoch in besonderen Fällen um einen Spannungsabfall an einem Gerät handelt, ist der Begriff „Geräuschklemmenspannung" neu eingeführt worden.

Die international einheitliche Gestaltung des Geräuschspannungszeigers erleichtert auch grundlegend die seit langem von der CMI[1]) geplanten Messungen der Störspannungen von umlaufenden Maschinen, Gleichrichtern und ganzen elektrischen Anlagen. Der Geräuschspannungszeiger wird an die zu untersuchende Maschine oder Anlage mit Hilfe einer besonderen Kopplungsanordnung geschaltet, mit der die praktisch jeweils vorkommende Kopplung zwischen Starkstromanlage und Fernsprechleitung nachgebildet wird. Die Bewertung der von diesen Maschinen usw. erzeugten Harmonischen bzw. der Welligkeit des Gleichrichterstroms erfolgt dabei infolge Verwendung des gleichen Filters also nach derselben Ohrgewichtskurve wie die Bewertung der Geräusch-EMK auf einer Fernsprechleitung. Diese international gemeinsamen Versuche sollen u. a. erkennen lassen, wieweit es mit wirtschaftlich vertretbaren Mitteln möglich sein wird, den Fernsprechformfaktor der Spannung oder des Stromes zu verbessern und damit die Beeinflussung von Fernsprechleitungen in der Nachbarschaft von Starkstromanlagen zu vermindern.

Zu erheblichen Störungen des Fernsprechbetriebes geben leider die Gleichrichter Anlaß, weil sie keinen reinen Gleichstrom, sondern einen Wellenstrom mit stark hervortretender 6., 12., 18. und 24. Harmonischen der primär zugeführten Drehspannung liefern; sie weisen also bei der Grundfrequenz von z. B. 50 Hz die Harmonischen von 300, 600, 900 und 1200 Hz auf. Auf der Starkstromseite lassen sich die Störspannungen durch den Wellensauger auf etwa $^1/_{10}$ herabmindern. Bei Gleichrichtern mit Steuergitter wird aber leider die Kurvenform um so ungünstiger, je mehr man von der Spannungsregelung Gebrauch macht. Praktisch kommen Aussteuerungsgrade von 100 bis 80 % in Betracht. Bei sinkendem Aussteuerungsgrad steigt der Fernsprechformfaktor der Gleichspannung erheblich. Der zwölfphasige Gleichrichter ist wesentlich besser als der sechsphasige. Untersuchungen haben ergeben, daß sein Fernsprechformfaktor bei 100 % Aussteuerung nur etwa die Hälfte des entsprechenden Faktors für den sechsphasigen Gleichrichter ist; bei 80 % Aussteuerung beträgt er für den ersteren 6 % gegenüber 10 % für den letzteren. Bei der Untersuchung dieser Fragen soll auch der Rückwirkung der Gleichrichter auf das speisende Drehstromnetz besondere Beachtung gewidmet werden. Offensichtlich können gesteuerte Gleichrichter bei geringerem Aussteuerungsgrad erhebliche Rückwirkungen dieser Art ausüben. Die Fernsprechverwaltungen werden sich bei dem immer größer werdenden Verwendungsbereich dieser gesteuerten Gleichrichter beizeiten mit der neuen, für sie ungünstigen Bauart und Betriebsweise dieser Gleichrichter zu beschäftigen haben.

Die Frage der Übertragung hochgespannten Gleichstroms auf große Entfernungen bei Verwendung von gesteuerten Gleichrichtern stand ebenfalls zur Erörterung.

[1]) Commission Mixte Internationale pour les expériences relatives à la protection des lignes de télécommunication et des canalisations souterraines.



Die Übertragungsleitungen selbst werden vermutlich mit geerdetem Nullpunkt betrieben werden; bei Benutzung einer eindrähtigen Leitung mit Erde als Rückleiter oder ähnlichen Schaltungen wäre mit ernsten Störungen in benachbarten Fernsprechleitungen zu rechnen; auch wären Freßschäden an den Kabeln zu befürchten. Die Vollversammlung in Budapest hat daher diese Fragen zum Gegenstand einer neuen wichtigen Untersuchung gemacht.

Die Fragen des Schutzes der Fernsprechleitungen gegen Knallgeräusche und Stromübergänge aus Starkstromanlagen haben wiederum die Versammlung beschäftigt; diese Fragen sind durch neue Bauarten von Schutzeinrichtungen (Kupferoxydulgleichrichter, mit Spannungstransformator arbeitende Edelgassicherungen) inzwischen wesentlich gefördert worden. Mit beiden Arten werden bei der Deutschen Reichspost Betriebsversuche in größerem Umfange angestellt werden.

Die im Jahre 1930 vom CCIF zum zweiten Male herausgegebenen Leitsätze zum Schutze der Fernsprechleitungen sind angesichts der inzwischen gemachten Fortschritte in einzelnen Punkten ergänzungs- und verbesserungsbedürftig. Die Vollversammlung in Budapest hat daher einen besonderen Ausschuß eingesetzt, der beauftragt ist, die Leitsätze neu zu fassen und dabei verschiedene wichtigere Beiträge von Verwaltungen und Betriebsunternehmen mit zu verwerten. Dieser Ausschuß wird der nächsten Tagung den Entwurf für die Neufassung der genannten Leitsätze vorlegen.

Auf dem Gebiete des Schutzes von Fernsprechkabeln gegen Freßschäden wurden verschiedene Fragen neu gestellt, die sich auf die vorteilhafteste Bauart von Kabeln zum Schutze gegen Freßschäden beziehen und auch mögliche Schutzmaßnahmen betreffen, wie z. B. die elektrische Dränage und die Anwendung von Isoliermuffen. [Jäger, Europ. Fernsprechdienst H. 38 (1935) S. 23.] *Sb.*

621. 315. 221 : 620. 1 **Eigenschaften der Kabelmäntel aus Blei und Bleilegierungen.** — Gegenwärtig werden nach Chaston von den 206 Mill kg Blei, die in der Kabelindustrie der V. S. Amerika jährlich verbraucht werden, für Kabelmantelungszwecke am meisten gebraucht: das reine Blei, die Bleilegierungen mit 0,7 bis 1 % Antimongehalt und die Dreistofflegierungen mit bis zu 0,25 % Kadmium und 0,5 % Antimon oder Zinn bis zu 1,5 %. Die Blei-Zinn-Legierung mit 3 % Sn, die früher in großem Ausmaße Verwendung fand, wird jetzt nur noch verhältnismäßig selten benutzt. Die anderen für die Bemantelung von Kabeln vorgeschlagenen Bleilegierungen, wie z. B. die mit 0,04 % Ca oder mit 3 % Zn oder mit 1 % Sb und 0,1 Sn oder mit 1,2 % Cd oder mit 1 % Sb und 0,15 % Bi oder mit 0,5 % Sb und 0,14 % Zn sowie die Legierung mit 0,06 % Te, sind in Amerika erst beschränkt zur Anwendung gekommen. Die wesentlichen Anforderungen, die an ein Kabelmantelblei gestellt werden müssen, sind die folgenden: Der Bleimantel soll möglichst korrosionsfest sein, er soll beim Einziehen des Kabels in den Kabelkanal auch unter Anwendung hoher Ziehgeschwindigkeit ohne Beulenbildung und ohne Auftreten ähnlicher Fehler bleiben; er soll ferner, ohne zu brechen, zu knicken oder zu zerreißen, gegen rauhe Behandlung widerstandsfähig sein, sich leicht biegen lassen und beim Ziehen über rauhe Flächen sich nicht abschaben. Schließlich soll er auch eine große Ermüdungsfestigkeit besitzen. Nach Versuchen von Chaston sind in den aus Antimon und Blei sowie den aus Antimon, Kadmium und Blei hergestellten Legierungen bedeutende Nachhärtungswirkungen vorhanden. Der Vorgang des Pressens übt keinen merklichen Einfluß auf die Ermüdungsfestigkeit des Kabelmantels aus. Die Korrosionsversuche, bei denen vier verschiedene Bleiproben mit einer 2prozentigen Ammoniumnitratlösung bei 32 °C behandelt wurden, haben ergeben, daß Blei mit 0,8 % Sb von den untersuchten Metallen am widerstandsfähigsten ist. Unter sonst gleichen Bedingungen erlitten die Kabelmantelbleiproben die folgenden Korrosionsverluste: 0,8-proz. Antimonblei 0,47 %, unlegiertes Blei 0,51 %, Blei mit 1 % Antimon und 0,06 % Kupfer 0,56 %, Blei mit 0,25 % Kadmium und 0,5 % Antimon 0,84 %.

Nach einer Statistik der American National Electric Light Association verteilen sich die in den Jahren 1929 bis 1931 an den Starkstromkabeln dieser Gesellschaft aufgetretenen Mantelfehler wie folgt:

Kabelbewegung (Abnutzung an den Röhrenmündungen, an den Hängevorrichtungen, Ausdehnung und Zusammenziehung in den Röhren)	24,1 %
Elektrolytische Korrosion	17,7 %
Beschädigung und fehlerhafte Werkarbeit bei der Verlegung	17,1 %
Chemische Korrosion	16,1 %
Ziehfehler im Blei	12,7 %
Scharfe Biegungen	4,5 %
Schwingungen	4,1 %
Platzen zufolge hohen inneren Öldruckes	0,7 %
Sonstige Ursachen	3,0 %.

[J. C. Chaston, Elektr. Nachr.-Wes. 13 (1934) S. 41.] *Hnl.*

Werkstatt und Baustoffe.

621. 365. 2 : 669 **Die Erzeugung von Ferrochrom im elektrischen Ofen.** — Im Interesse der Erzeugung eines Ferro-Chroms von beabsichtigter Zusammensetzung sind einige Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen, die sich beziehen auf die Wahl des Schmelzgutes, die Beschaffenheit des elektrischen Ofens und die Ofenführung. Je nach dem Kohlenstoffgehalt in dem zu erzeugenden Ferrochrom muß man die Schlackenzusammensetzung berechnen und auch der Zubereitung des Einsatzes eine große Aufmerksamkeit schenken; denn so zweckdienlich an sich auch seine chemische Zusammensetzung sein mag, so wäre doch ein Mißerfolg der Schmelzarbeit zu befürchten, wenn nicht auch der physikalische Zustand des Einsatzes entsprechend berücksichtigt worden ist. Sowohl Ein- als auch Dreiphasen-Öfen eignen sich für die Erzeugung von Ferrochrom. Der Herd muß gut leitend und darf nicht kohlend sein. Da meistens in ein und dem gleichen Ofen Legierungen verschiedenen Kohlenstoffgehaltes erzeugt werden, muß das Spannungsspiel um 30 bis 60 V je Elektrode einstellbar sein, da die Spannung sich nach der Größe des Ofens und der Kohlung der Legierung richtet. Auch die Elektroden müssen leicht einstellbar und die Spannung muß bei Öfen mit mehreren Elektroden gleichmäßig verteilt sein, damit der Gang des Ofens nicht beeinträchtigt wird. Trotz ihrer sonstigen vielfachen Vorteile weisen die Dauerelektroden in diesem Falle den Nachteil auf, daß sie beim Zubruchgehen das Bad übermäßig kohlen. Grundbedingung für die Führung des Ofenganges ist das Arbeiten auf niedrigem Herd, wobei man leichte Abstiche erzielen kann. Die Wahrnehmung der verschiedenen Richtlinien sichert einen ruhigen Betrieb, ein gleichmäßiges Erzeugnis und einen Stromverbrauch von 5250 bis 7300 kWh je t Legierung je nach ihrer Kohlung. [N. Volianik, J. Four électr. 43 (1935) S. 90.] *Kp.*

Verschiedenes.

Anordnung Nr. 26

der Überwachungsstelle für Kautschuk und Asbest. (Verwendung von Kautschukmischungen bei der Herstellung von gummi-isolierten Leitungen und Kabeln.) Vom 1. Juli 1935.

Auf Grund der Verordnung über den Warenverkehr vom 4. September 1934[1]) in Verbindung mit der Verordnung über die Errichtung von Überwachungsstellen vom 4. September 1934[2]) wird mit Zustimmung des Reichswirtschaftsministers angeordnet:

§ 1.

Zur Herstellung von Gummihüllen und Gummimänteln für isolierte Leitungen und Kabel dürfen bis auf weiteres Mischungen mit einem Kautschukgehalt von über 49 Volumenteilen v. H. nicht mehr verwendet werden. Regenerat ist entsprechend seinem Kautschukgehalt einzusetzen.

Ausgenommen von dieser Regelung sind: Aufzugssteuerleitungen, Theaterleitungen und Leitungstrossen, ferner die äußeren Mäntel von Gummischlauchleitungen, soweit deren Aufbau den VDE-Umstellvorschriften VDE 01250/1934 entspricht[3]), und Litzenadern, deren Gummiwanddicke unter 0,5 mm liegt; die hierfür verwendeten Gummimischungen dürfen mit höchstens 59 Volumenteilen v. H. Kautschuk und bei den äußeren Mänteln von Gummi-

[1]) Reichsgesetzbl. I, S. 816.
[2]) Deutscher Reichsanzeiger Nr. 209 vom 7. September 1934.
[3]) ETZ 55 (1934) S. 1185 u. 1261.



schlauchleitungen mit einem Querschnitt über 16 mm^2 mit höchstens 78 Volumenteilen v. H. angesetzt werden.

Ausgenommen bleiben ferner: Leitungen für Röntgenzwecke, medizinische Apparate, Tauchpumpen, Abteufpumpen und kapazitätsarme Leitungen.

§ 2.

Bei Rohrdrähten und Bleimäntelleitungen darf die Herstellung der die Adern umschließenden Hüllen nicht unter Verwendung von Rohkautschuk, Rohkautschukmischungen und unvulkanisierten von diesen Mischungen herrührenden Fabrikationsabfällen erfolgen. Soweit diese Hüllen unter Verwendung von Bitumen-Kautschukmischungen hergestellt werden, darf der für diese Mischungen notwendige Kautschuk dem Bitumen lediglich in vulkanisiertem Zustande beigemischt werden, und zwar in Form von dunkelfarbigen Regeneraten, Plastikaten und Präparaten, die ein höheres spezifisches Gewicht als 1,3 haben.

Bei Bitumen-Kautschukmischungen, die für die Herstellung von Hüllen für Rohrdrähte und Bleimantelleitungen bestimmt sind, darf der Anteil an vulkanisierter Kautschuksubstanz 15 % des Gesamtvolumens nicht übersteigen.

§ 3.

Das Herstellungsverbot der §§ 1 und 2 dieser Anordnung gilt nicht für Waren, die nachweislich zur Ausfuhr bestimmt sind.

§ 4.

Ausnahmen von den Vorschriften der §§ 1 und 2 dieser Anordnung können von der Überwachungsstelle für Kautschuk und Asbest erteilt werden, wenn mit Rücksicht auf den besonderen Verwendungszweck der Waren die Erteilung einer Ausnahme gerechtfertigt erscheint.

§ 5.

Zuwiderhandlungen gegen diese Anordnung fallen unter die Strafvorschriften der §§ 10, 12—15 der Verordnung über den Warenverkehr vom 4. September 1934.

§ 6.

Diese Anordnung tritt mit Ausnahme des § 2 der Anordnung am Tage nach ihrer Veröffentlichung im Deutschen Reichsanzeiger in Kraft. Gleichzeitig treten die Anordnungen der Überwachungsstelle für Kautschuk und Asbest Nr. 21 (Verwendung von Kautschukmischungen bei der Herstellung von gummi-isolierten Leitungen und Kabeln) vom 23. Januar 1935[1]) und Nr. 25 (Änderung der Anordnung Nr. 21 der Überwachungsstelle) vom 20. März 1935[2]) außer Kraft.

§ 2 der Anordnung tritt am 1. August 1935 in Kraft.

Berlin, den 1. Juli 1935.

Der Reichsbeauftragte für Kautschuk und Asbest.

Nachtigäller.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Internationaler Kongreß für Städtereinigung, Frankfurt (Main). — In der Zeit vom 19. bis 23. 8. 1935 findet der Internationale Kongreß für Städtereinigung in Frankfurt (Main) statt. Aus diesem Anlaß wird eine Fuhrparkausstellung veranstaltet, die von verschiedenen Firmen mit Elektrofahrzeugen beschickt wird, die besonders für den Kurzstreckenverkehr der Städtereinigung geeignet sind.

[1]) Deutscher Reichsanzeiger Nr. 20 vom 24. Januar 1935.
[2]) Deutscher Reichsanzeiger Nr. 69 vom 22. März 1935.

AUS LETZTER ZEIT.

Deutsches Fernschreibnetz mit selbsttätiger Fernwahl. — Den ersten Schritt auf dem Wege zum gesamtdeutschen Fernschreibverkehr bildete die Linie Berlin—Hamburg. Durch einfaches Wählen von vier Ziffern, die aus einem Teilnehmerverzeichnis zu entnehmen sind, können die Teilnehmer in Berlin (hier angeschlossen Magdeburg, Dresden, Leipzig) solche aus Hamburg (angeschlossen Bremen, Cuxhaven) ohne Eingreifen einer Vermittlung erreichen und sofort Antwort bekommen. Auch einem abwesenden Teilnehmer kann eine Nachricht übermittelt werden. Um festzustellen, daß der richtige Anschluß erreicht ist, genügt es, eine besondere Taste (Wer da?) zu drücken. Der angewählte Apparat schreibt dann selbsttätig dem Anrufer den Namen des Teilnehmers zu. Für den Anfang ist eine Teilnehmerzahl von rd. 50 in Berlin und von rd. 30 in Hamburg ein gutes Zeichen für die Berechtigung dieser Einrichtung. — Am 14. 7. gingen die Knotenämter in Berlin, Hamburg und Dortmund in Betrieb. In nächster Zeit folgen die Verteilämter Düsseldorf, Köln, Essen, Bremen und Magdeburg. Für Verbindungen nach dem Ausland (zunächst Schweiz, Niederlande) ist z. Z. noch eine Vermittlung nötig wegen Herstellung der Durchgangsverbindung und Festsetzung der Gebühren. Es ist zu erwarten, daß demnächst weitere Auslandsverbindungen in Betrieb gehen.

Neue Schnelltriebwagen der Reichsbahn dem Verkehr übergeben. — Nachdem der Verkehr mit dem dieselelektrischen Schnelltriebwagen[1]), dem „fliegenden Hamburger", der kürzlich seine tausendste fahrplanmäßige Fahrt zurücklegte, bewiesen hat, daß die Erwartungen der Deutschen Reichsbahn und der Reisenden mit diesem neuartigen Verkehrsmittel voll erfüllt werden, hat die Deutsche Reichsbahn am 1. 7. den Schnelltriebwagenverkehr auf der Strecke Berlin—Köln aufgenommen. Als weitere Strecken, die demnächst eröffnet werden, sind in Aussicht genommen: Berlin—Frankfurt, Köln—Hamburg und Berlin—München. Bei dem Bau der hierfür vorgesehenen Triebwagen wurden die Betriebserfahrungen mit dem „fliegenden Hamburger" weitgehend berücksichtigt. Von der elektrischen Kraftübertragung, die sich im Betrieb gut bewährt hat, wurden wesentliche Teile, insbesondere die Fahrmotoren, unverändert übernommen. Die Generatoren wurden unter Berücksichtigung einiger Sonderwünsche des Reichsbahn-Zentralamtes neu berechnet und entworfen. Als Neuerung ist zu erwähnen, daß in Zukunft ein Verkehr mit mehreren zusammengekuppelten Wagen möglich sein wird, da die Steuerung so ausgebildet ist, daß die Maschinenanlagen mehrerer Wagen von einem Führerstand aus geregelt werden können. *Sh.*

80 Jahre Doppel-T-Anker. — Vor 80 Jahren, 1855, entwickelte Werner Siemens, wie er selbst angibt, den Doppel-T-Anker für Telegraphenapparate, Minenzünder, Läutewerke und Blockapparate. Als Läufer der ersten Dynamomaschine (1866) ist der Doppel-T-Anker auch an der Entwicklung der Starkstromtechnik beteiligt. Obgleich in den folgenden Jahren viele andere Läuferbauformen durchgebildet wurden, wurde er doch immer wieder bei kleineren Stromerzeugern angewendet. Der Doppel-T-Anker findet noch heute als Stromgeber für Telephonanruf, Eisenbahn-Blockapparate und Magnetzünder von Verbrennungsmotoren in seiner ursprünglichen Form Verwendung.

Elektrischer Dampfüberhitzer. — In Industriebetrieben und Laboratorien reicht mitunter die Temperatur des verfügbaren Dampfes für einzelne Heizvorgänge nicht aus. Die Aufstellung eines brennstoffgeheizten Überhitzers im Kesselhaus ist aber unwirtschaftlich und unbequem, wenn der Bedarf an überhitztem Dampf nur gering ist. Für solche Fälle sind elektrische Dampfüberhitzer entwickelt worden, die in der Nähe der Verbrauchsstelle des überhitzten Dampfes aufgestellt werden. Ein solcher Überhitzer mit beispielsweise 19 kW Aufnahmeleistung kann 180 kg/h Sattdampf, 17 atü, von 205 auf 315 °C überhitzen. Der Platzbedarf dieser Geräte ist gering; irgendwelche baulichen Änderungen sind nicht erforderlich. *Sh.*

Lautübertragung für Massenkundgebungen. — Die Deutsche Reichspost führte kürzlich im Poststadion Berlin eine Lautsprecheranlage vor, die bei Massenkundgebungen allen Teilnehmern einwandfreies, durch Überschneidungen ungestörtes Hören ermöglicht. In Kreisen um den Redner werden Lautsprecher aufgestellt, die radial nach außen strahlen, also den Hörern auch die richtige Schallrichtung vermitteln. Die der Laufzeit des Schalles entsprechenden Verzögerungen werden einfach dadurch gewonnen, daß man den Schall über besondere Lautsprecher in unterirdisch verlegte Rohre schickt und am Empfangsende durch Mikrophone wieder in elektrische Schwingungen umsetzt. Die erforderlichen entzerrenden Verstärker sind in einer Zentrale zusammengefaßt.

[1]) Vgl. ETZ 56 (1935) H. 29, S. 807, Abb. 9



VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)
Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bestimmungen für die Prüfung und Beglaubigung von Elektrizitätszählern.

Die Bestimmungen für die Prüfung und Beglaubigung von Elektrizitätszählern, die von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt mit Wirkung vom 1. IV. 1935 erlassen wurden, sind zusammen mit einem Auszug „Bestimmungen über die Beglaubigung von Elektrizitätszählern" aus der „Prüfordnung für elektrische Meßgeräte, Ausgabe 1933", als Anhang zu VDE 0418/1932 „Regeln für Elektrizitätszähler R.E.Z." in Form eines Sonderdruckes erschienen. Dieser kann zum Preise von 0,20 RM zuzügl. Porto von der Verlagsabteilung des VDE bezogen werden.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.



Betr.: Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.

Die VDE-Prüfstelle mußte in letzter Zeit mehrfach feststellen, daß sich in Österreich und Jugoslawien Sicherungselemente, Paßschrauben und Sicherungen im Handel befinden, welche das Verbandszeichen [VDE] und ein Firmenzeichen [H] tragen.

Für Gegenstände mit diesem Firmenzeichen ist von der VDE-Prüfstelle keine Zeichengenehmigung erteilt worden; es liegt also ein Mißbrauch des Verbandszeichens vor.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

F. J. Fischer.

Vor 25 Jahren, am 26. 7. 1910, trat F. J. Fischer in die Firma Koch & Sterzel AG. in Dresden ein. Die damals noch junge Firma erzeugte in der Hauptsache elektromedizinische Apparate, und die Fabrikation von Transformatoren und Meßwandlern war noch in den kleinsten Anfängen. Es ist zum größten Teil Fischers Verdienst, wenn gerade dieser Zweig in den folgenden Jahren die Firma zu einem heute bedeutenden Unternehmen der Elektroindustrie werden ließ. Seine ersten Arbeiten galten der Entwicklung der Hochspannungs-Prüftransformatoren. Daraus erstand die erste 1 Mill V-Prüfanlage für 50 Hz in Europa bereits im Jahre 1921 und daran anschließend die erste 2 Mill V-Anlage im Jahre 1928. Auch die 100- und 220 kV-Kaskaden-Spannungswandler und die Türmchen-Prüftransformatoren entwickelte er nach gleichen Gedanken.



F. J. Fischer.

In dem Bestreben, eine billige regelbare Spannungsquelle für die Prüftransformatoren zu erhalten, schuf er im Jahre 1921 den Schubtransformator, der in der Weiterentwicklung als Regeltransformator für die Netzregelung und vor allen Dingen für elektrothermische und elektrochemische Zwecke große Bedeutung erlangt hat. Beste Pionierarbeit leistete er aber auf dem Gebiet des Meßwandlerbaues. Seine öllosen Konstruktionen waren Vorboten für die in den letzten Jahren entstandenen öllosen Schaltstationen. Nach hartem Kampf und zähem Ringen setzte er sich durch mit dem Querloch-Stromwandler, zu dem die ersten Entwürfe bereits während des Krieges entstanden sind, und der heute Allgemeingut der Elektrotechnik weit über die Grenzen Deutschlands hinaus geworden ist. Ihm folgte der Trockenspannungswandler im Jahre 1928.

Es würde zu weit führen, alle Neuerungen, die seiner schöpferischen Natur ihr Entstehen verdanken, hier aufzuführen, und es ist auch nicht seine Art, viel Wesens von seinem Schaffen zu machen. Alle, die mit ihm zu tun haben, kennen seine Bescheidenheit, sein offenes Wesen und schätzen seine gerechte und soziale Einstellung.

H. Rollwagen.

Am 1. 7. blickte Herr Obering. Dipl.-Ing. Hans Rollwagen auf eine 25jährige Tätigkeit bei der Gesellschaft zur Überwachung von Dampfkesseln, M.-Gladbach, als Leiter der elektrotechnischen Abteilung zurück. Er war von 1925 bis 1932 1. Vorsitzender des VDE-Gaues Niederrhein und ist seitdem stellvertretender Gauleiter. Dem VDE gehört er seit 29 Jahren an. Einem weiteren Kreise wurde er durch seine Abnahmeversuche an Dampfturbinenanlagen und durch seine Vorträge und Veröffentlichungen in der Fachpresse bekannt.

LITERATUR.

Besprechungen.

Das Doppelspannungsnetz. Erläuterungen und Ausführungsbeispiele. Von Dir. Dipl.-Ing. Th. Radtke. Mit 10 Abb. u. 32 S. in 8°. Selbstverlag: Worms a. Rh., Luisenstr. 9, 1934. Preis geh. 0,70 RM.

Mit der Gestaltung der Niederspannungsnetze hat man sich in den Nachkriegsjahren eifrigst beschäftigt. Die ersten, die sich infolge der wachsenden Belastung der Verteilungsnetze mit diesem Problem zu befassen hatten, waren die Amerikaner, die für Netze mit großer Flächenbelastung starr vermaschte Netze vorsahen, die durch zahlreiche Transformatorenstützpunkte mit nur einmaliger Transformierung die ankommende Leistung den Netzen zuführten. — Bei ländlichen Gemein-



den, kleineren Städten und Dörfern konnte dies System aus verschiedenen Gründen nicht angewendet werden, um die wachsende Belastung aufnehmen zu können.

Schon 1932 schlug Radtke eine ihm patentierte Schaltung vor. In einer neuerdings erschienenen Broschüre, die die inzwischen geänderte wirtschaftliche Lage berücksichtigt, führt Radtke nochmals die Vorteile seines Systems auf und gibt einige praktische Beispiele über ausgeführte Netzverstärkungen. — Das System besteht im wesentlichen in folgendem: Die Anzahl der ein Netz vom Überlandwerk oder Elektrizitätswerk speisenden Transformatorenstationen wird in dem leistungsfähiger zu gestaltenden Netz so gering wie möglich angenommen, jedenfalls nicht vergrößert. Dagegen wird ein Zwischenspannungsnetz dem System eingefügt, für das im allgemeinen eine unter 1000 V liegende Spannung bevorzugt wird, während bei bestehenden Netzen mit der Verbraucherspannung von 220/127 V diese nicht erhöht, sondern beibehalten wird, wie der Erfinder angelegentlich empfiehlt.

Es steht die Ansicht des Erfinders gegen die heute allgemein verbreitete Ansicht, daß es besser sei, ein „Zwei"-Spannungs-, nicht ein „Drei"-Spannungsnetz zu wählen. Jedenfalls hat die bisherige Praxis gezeigt, was auch rechnerisch belegt wurde, daß man bei Wahl der Spannung von 380 V die günstigsten Verteilungsverhältnisse erhält. Die Zwischenschaltung eines Systems von Leitungen, teils Speise-, teils Ausgleichsleitungen erhöhter Spannung, dürfte sich vor allem nur da eignen, wo man ein schon bestehendes älteres Netz mit 120 bzw. 220 V verstärken will. Manchem werden die nunmehr dem Netze einzufügenden Transformatoren bzw. Zusatztransformatoren zur Verbindung des Verbrauchernetzes mit dem Zwischennetz nicht gefallen, besonders wenn sie selbsttätig eingeschaltet werden müssen, um Eisenverluste zu sparen. Wenn aber heute die Benutzungsdauer beim Abnehmer ständig steigt, werden die Eisenverluste eine geringer werdende Rolle spielen, zumal wenn man geeignete Transformatoren mit geringen Verlusten wählt.

Ein beachtenswerter Grund für die Einführung des Systems liegt in heutigen Zeitverhältnissen begründet: Große Mengen Leitungsmaterial können gespart werden, wenn man mit Zwischenspannung arbeitet.

Ein weiterer Nutzen des Systems liegt darin, daß die erforderlichen Zwischentransformatoren bei Ausführung in Stern-Dreieck-Schaltung usw. ungleiche Belastungen der Phasen, und zwar in recht vielen Netzstützpunkten, nicht nur in den Haupttransformatorenstationen ausgleichen können. Die Nulleiterströme werden dadurch stark eingeschränkt. Dieser Vorteil wird fast kostenlos erreicht.

Jedenfalls ist der Radtkesche Vorschlag von den Betriebsleitern bei Ausbau ihres Netzes zu beachten.

Von anderer Seite[1]) ist der Vorschlag von Radtke sehr scharf angegriffen worden. Aus meinen obigen Ausführungen sind die Mängel des Systems ohne weiteres erkennbar. Es seien daher zum Schluß die Vor- und Nachteile kurz zusammengestellt:

Vorteile.

1. Ersparnis an Leitungsmaterial,
2. Verstärkung vorhandener Netze in einfacher Weise durch das Zwischenspannungsnetz,
3. Ausgleich der Nulleiterströme an allen Punkten des Netzes, wo Zwischentransformatoren aufgestellt werden,
4. keine Belästigung der Abnehmer, wenn eine Verstärkung vorgenommen wird.

Nachteile.

1. Komplikation des Netzes und damit Gefahren für das bedienende Personal, weil leicht Verwechslungen zwischen Niederspannungs- und Zwischenspannungsleitungen möglich sind.
2. Die Hausinstallationen nehmen an der Netzverstärkung nicht teil, müssen daher gegebenenfalls doch auf die höhere Spannung umgeschaltet werden, wobei dann wiederum Transformatoren nötig werden.
3. Wenn es sich um Netze geringer Benutzungsdauer handelt, werden die hinzukommenden Zwischentransformatoren die Wirtschaftlichkeit durch Eisenverluste stark beeinflussen.
4. Die Verringerung der Gefahren von 220 V-Netzen gegenüber 380 V-Netzen dürfte bedeutungslos sein. Wenn man da wirklich etwas erreichen will, muß man mit der Betriebspannung noch wesentlich tiefer gehen als 220 V. O. Burger.

[1]) Zimmermann, Elektr.-Wirtsch. 33 (1934) S. 267.

Electrical Communication. Von A. L. Albert. Mit zahlr. Abb., IX u. 448 S. in 8⁰. Verlag John Wiley & Sons, Inc., New York, und Chapman & Hall, Ltd., London 1934. Preis geb. 31 s.

Das Werk soll eine zusammenfassende Darstellung vom neuesten Stand der gesamten elektrischen Nachrichtentechnik geben und ist besonders als Lehrbuch für technische Lehranstalten und als Nachschlagewerk für den in der Praxis stehenden Ingenieur und den im Fachgebiet tätigen Nichttechniker gedacht. Es ist infolgedessen auf eine mathematische Darstellung der physikalischen Vorgänge verzichtet und in fast allen Fällen nur die den Vorgang beschreibende Formel ohne Ableitung angegeben worden. Auch bei der Auswahl des Stoffes ist dem gedachten Zweck des Buches Rechnung getragen.

Im ersten Kapitel wird ein kurzer Abriß der geschichtlichen Entwicklung gegeben, der von den ersten Versuchen im 18. Jahrhundert ausgeht, Elektrizität über gewisse Entfernungen zu senden. Neben der Entwicklung des Telegraphen und den zu seiner Schaffung nötigen grundlegenden Erfindungen wird der Entwicklungsgang des Telephons eingehend behandelt unter Beifügung von Abbildungen der ersten Telegraphen- und Fernsprechapparate. Den Schluß bildet die Geschichte der drahtlosen Nachrichtenübermittlung. Im Abschnitt über den Schall sind bereits die neueren Ergebnisse der Untersuchungen des Nachhalls aufgeführt unter Angabe von Formeln zur Berechnung der Nachhalldauer von Räumen. Ein Kapitel „Hören und Sprechen" behandelt die physikalischen Vorgänge in Ohr und Mund. Vor den Abschnitten über die eigentliche elektrische Nachrichtenübermittlung ist ein Kapitel mit den Grundlagen der Theorie des Wechselstromes eingefügt. Die Kapitel „Mikrophone" und „Telephone" unterscheiden zwischen aktiven und passiven elektroakustischen Apparaten, die entweder die Schall- (elektrische) Energie unmittelbar in elektrische (Schall-) Energie umwandeln oder nur zur Steuerung des elektrischen Stromes (Schalls) benutzen. Es werden alle heute in der Technik üblichen Mikrophone, Telephone und Lautsprecher erwähnt unter Angabe von gemessenen Widerstandskurven. Das nachfolgende Kapitel ist den Fernsprechvermittlungseinrichtungen gewidmet (OB-, ZB- und Selbstanschlußschaltungen, Wähler, Anrufwecker usw.). Der Abschnitt über Telegraphiersysteme beschreibt die verschiedenen Schaltungen (Brückenschaltungen, Vierdrahtbetrieb usw.). Zwei weitere Kapitel sind der Theorie der Leitungen und Kettenleiter gewidmet. Zu erwähnen ist eine Tafel zur Berechnung der Reflexionsverluste bei Nichtanpassung, Berechnung des äquivalenten T-Gliedes für eine Leitung, Berechnung der Frequenzkurven von Hoch- und Tiefpaßfiltern. Sehr eingehend ist die Pupinisierung der Leitungen und die Beeinflussung von Fernsprech- durch Starkstromleitungen, elektrische Bahnen usw. behandelt.

Im Kapitel „Theorie der Elektronenröhren" werden Röhren mit 2 bis 5 Elektroden und deren Kennlinien besprochen, u. a. Exponential-, Anodenschutzgitter- und Raumladepenthoden. Anschließend sind Gitter- und Anodenmodulation und Gleichrichtung, Verstärker- und Senderschaltungen und Photozellen behandelt. Den Leitungsverstärkern ist ein besonderes Kapitel eingeräumt (Vierdrahtverstärker, Rückkopplungssperren, Verstärker für Trägerwellen-Telephonie und Bildübertragung), das mit einer kurzen Beschreibung des Fernsehens schließt. Das letzte Kapitel beschreibt die drahtlose Nachrichtenübermittlung. Im Abschnitt über die Vorgänge im Strahlungsfeld sind Kurven der Reichweite von Boden- und Raumwelle für Frequenzen von 300 bis 30 000 kHz, der täglichen und monatlichen Schwankungen beim Langwellenempfang mitgeteilt. Im Abschnitt „Antennen" werden die neuen Richtantennen für kurze Wellen erwähnt (Tannenbaum-, Rhombus- und V-Antenne). Die Telephonie auf langen und kurzen Wellen und der Verkehr zwischen Schiff und Küstenfunkstelle sind schematisch dargestellt.

Jedem Kapitel ist ein Literaturverzeichnis der Arbeiten beigefügt, die bei der Abfassung des Buches Verwendung fanden. Leider sind dabei nur sehr wenig Arbeiten deutscher Verfasser vertreten. Pfitzer.



Das Neumeyer-Buch. Die Übertragung v. Schwachströmen durch Kabel, deren Bau u. Eigenschaften. Bd. 1. Von Dr. phil. H. W. Droste. 2. gänzl. umgearb. Aufl. des II. u. IV. Teiles sowie des Anhanges des 1929 erschienenen „Neumeyer-Hilfsbuches für Kabel und Leitungen“. Mit 160 Abb. u. 94 Taf., XXVIII u. 469 S. in 8⁰. Herausg. v. d. Kabel- und Metallwerke Neumeyer AG., Nürnberg 1934. Preis geb. 12,50 RM.

Schon nach 5 Jahren[1]) ist die zweite „gänzlich umgearbeitete“ Auflage des von dem Oberingenieur und Laboratoriumsleiter Dr. H. W. Droste verfaßten Neumeyer-Buches notwendig geworden. Der vorliegende Bd. I behandelt die Übertragung von Schwachströmen durch Kabel. Die in dem vorliegenden Band nicht mehr aufgenommenen Starkstrom- und Hochspannungskabel sind offenbar einem weiteren Band vorbehalten.

Man darf dem Verfasser das Zeugnis ausstellen, daß er sein nach dem Vorwort der neuen Auflage gestecktes Ziel in den weitaus wichtigsten und hervorstechendsten Abschnitten und Unterteilen seines Werkes erreicht hat; er sucht es darin, daß dies für den Fachmann bestimmte Hilfsbuch zugleich ein geeignetes Nachschlagewerk und für den Anfänger wie den Studierenden ein Lehrbuch sein soll. Die Bezeichnung Hilfsbuch ist daher in der jetzt erschienenen Auflage weggefallen. Dementsprechend trägt auch diese neue Auflage vorwiegend theoretisch-wissenschaftlichen Charakter und verzichtet z. B. auf eine eingehendere Darstellung des fabrikationsmäßigen Aufbaus der Kabel. Dagegen sind folgerichtig die (elektrischen) Eigenschaften der Schwachstromkabel sowie die Übertragungsvorgänge in den Kabelleitungen, geteilt nach unbeeinflußten und beeinflußten Leitungen, sehr genau, sachkundig, übersichtlich und klar behandelt, wobei gleichermaßen die lebhafte Entwicklung der Übertragungstechnik wie die bis in die neuere Zeit erschienenen Lehrbücher und literarischen Einzelveröffentlichungen Berücksichtigung gefunden haben. Ebenso sind auch die bereits in der ersten Auflage gebotenen Zusammenstellungen und Tafeln, sei es über Maße, Gewichte und mechanische Anforderungen, sei es über elektrische Werte, Nomogramme, mathematische Formeln und Funktionen, Umrechnungen u. a. m., noch vervollständigt worden.

Alles in allem: ein wichtiges, zum Teil kaum entbehrliches Unterrichts- und Kommentarwerk für den theoretisch wie praktisch mit Kabeln und Kabelleitungen beschäftigten Fernmeldetechniker. Ew. Müller.

Der Kurzwellensender. Theoretische und praktische Grundlagen. Von Dipl.-Ing. F. W. Behn. Mit 130 Abb. u. 147 S. in 8⁰. Verlag Rothgießer & Diesing AG., Berlin 1934. Preis kart. 6,80 RM.

Das Buch ist in erster Linie für den Kurzwellenamateur geschrieben und soll ihm beim Bau und Betrieb seines Senders behilflich sein. Mit einem Nachbauen nach Bauplänen ist es hierbei nicht getan, der Amateur muß in die Geheimnisse der Kurzwellentechnik eindringen. In klarer Form werden die zum allgemeinen Verständnis notwendigen physikalischen Grundgesetze der Hochfrequenztechnik — Wechselstromtheorie, Schwingungskreis, Kopplung — und die statische und dynamische Arbeitsweise der Elektronenröhren dargelegt. Sodann werden die selbsterregten und fremdgesteuerten Sender an Hand erprobter Schaltungen besprochen und die für die Kurzwellentechnik besonders wichtigen Fragen der Frequenzvervielfachung, Neutralisation, Frequenzstabilität behandelt. Viele Erfahrungen werden mitgeteilt, wie z. B. die Abhängigkeit der Steuerleistung von der verwendeten Wellenlänge, die günstigste Art der Ankopplung, die Zuführungen der Betriebspannungen, das Auftreten und die Beseitigung von wilden Schwingungen, die Bedingungen zur Erzielung einer größtmöglichen Stabilität. Schließlich wird an einigen fertigen Sendern gezeigt, wie alle Anforderungen am besten verwirklicht werden. Ein Buch, welches auch der Fachingenieur gern zur Hand nimmt, da es einen Erfahrungsschatz enthält, den man sonst nur in langer Praxis erwirbt. W. Peters.

Modernisiere Deinen Rundfunkempfänger. Instandsetzung und Leistungssteigerung jeder Empfangsanlage. Von Dr. E. Nesper. Mit 73 Abb. u. 151 S. in 8⁰. Union Deutsche Verlagsges., Berlin 1934. Preis kart. 3,90 RM.

Der Verfasser legt hier ein Büchlein vor, das wohl jeder Rundfunkhörer mit Gewinn lesen wird. Wenn auch der Titel so klingt, als bezöge er sich nur auf ältere Geräte, so haben doch viele Ausführungen auch für ganz neue, aber einfach ausgestattete Geräte Bedeutung. Das Buch will den Leser nicht zum Bastler erziehen, was die meisten Rundfunkhörer ablehnen würden, sondern es will ihnen wertvolle Fingerzeige geben, wie durch technisch einfache Änderungen mit geringen Kosten aus der vorhandenen Anlage mehr herauszuholen ist als bisher. Es sind vier Gesichtspunkte: Lautstärke, Trennschärfe, Klangreinheit und Störungsfreiheit, die sich wie ein roter Faden durch das ganze Buch hindurchziehen. Der erste Schritt zur Verbesserung ist eine genaue Prüfung des ganzen Gerätes und seiner sämtlichen Zubehörteile. Dann wird auf die Notwendigkeit einer guten Antenne und Erde hingewiesen, ein Gesichtspunkt, der in den letzten Jahren oft vernachlässigt wurde, weil man glaubte, daß ein guter Empfänger sozusagen keine Antenne brauchte. Es folgen die im Empfänger selbst einzuführenden Verbesserungen, z. B. der Ersatz der alten Kondensatoren und Spulen durch neuzeitliche dämpfungsfreie Teile, das Einsetzen neuer Röhren höherer Leistungsfähigkeit, wobei eine Röhrenvergleichstabelle gute Dienste leisten wird, Anbau eines Vorsatzgerätes für Hochfrequenzverstärkung und Einführung einer kräftigen Endstufe, wobei für Batteriegeräte die im Volksempfänger zuerst angewandte Sparschaltung gebracht wird. Der 5. und 6. Abschnitt behandeln Lautsprecherfragen, insbesondere die Ankopplung an die letzte Röhre, Anbringung mehrerer Lautsprecher u. ä., die Einstellung des Lautsprecherankers, das Gehäuse, die Regelung der Lautstärke, der Klangfarbe und den Krachschlucker. Den Schluß bildet die für jeden Hörer wichtige Frage der Störungsbefreiung, da es u. U. zwecklos ist, ein hochempfindliches Gerät aufzustellen, weil die Darbietungen in den Störungen untergehen. Nicht vergessen sei eine kleine Rechtsbelehrung über den Kampf gegen die Störer. K. Mühlbrett.

Radio Receiver Measurements. Von R. M. Barnard. Mit 53 Abb., XII u. 116 S. in kl. 8⁰. Verlag Iliffe & Sons, Ltd., London 1934. Preis geb. 4/6 s.

Das Buch verdient insofern besondere Beachtung, als in Deutschland wohl über die einzelnen Fragen bereits eine Reihe von Abhandlungen erschienen sind, eine zusammenhängende Darstellung jedoch noch fehlt. Hinzu kommt, daß z. Z. Bestrebungen im Gange sind, in Zusammenarbeit der interessierten Stellen eine gewisse Normung der Meßverfahren bei der meßtechnischen Untersuchung von Empfängern und ihrer Auswertung endgültig festzulegen, um die einheitliche Grundlage für die jetzt vielfach übliche zahlenmäßige Kennzeichnung der Leistungsfähigkeit von Empfängern sicherzustellen. Der Verfasser weist an Hand eines Beispiels auf die Notwendigkeit hin, das Urteil über die Leistungsfähigkeit von Empfängern auf objektive Meßwerte zu gründen. Für folgende Eigenschaften erscheinen ihm meßtechnische Untersuchungen angebracht:

1. Trennschärfe (Selectivity),
2. Empfindlichkeit (Sensitivity),
3. Klanggüte und Klangtreue (Quality or Fidelity),
4. Arbeiten der selbsttätigen Verstärkungsregelung (Automatic Volume Control),
5. Verhältnis Nutz- zu Störspannung (Signal to Noise Ratio).

Unter näherer Beschreibung verschiedener Meßsender und Meßgeräte werden die für die Ermittlung der vorstehend genannten Größen üblichen Meßverfahren behandelt.

Ferner wird auf verschiedene Einzelheiten, z. B. Spiegelfrequenzunterdrückung, Lautstärkeregelung, Schaltung und Wirkung der Klangregler usw., eingegangen. Ein besonderer größerer Abschnitt ist dem Abgleich der Empfänger gewidmet. Die Trennschärfe wird definiert als der Grad, in dem der Empfänger fähig ist, das gewünschte Zeichen von andern unerwünschten Trägerwellen zu trennen. Trotz verschiedener Vorschläge, die Trennschärfe durch eine Zahl zu kennzeichnen, ist ein wirklicher Überblick nur durch die Aufnahme einer Kurve zu erreichen, die die Bandbreite bei verschiedenen Dämpfungen unterhalb der Resonanzspitze zeigt. Solange die ideale

[1]) Vgl. ETZ 1930, S. 414.

rechteckige Trennschärfekurve praktisch nicht erreichbar ist, wird zur Beurteilung der Trennschärfe die Angabe mehrerer Zahlenwerte (Bandbreite bei etwa 6 und 80 dec unter der Resonanzspitze) für notwendig erachtet. Zu berücksichtigen ist auch, daß der Trennschärfekurvenverlauf bei den verschiedenen Wellenlängen voneinander abweicht und die Hälften nach der Plus- und Minusseite von der jeweiligen Resonanzfrequenz vielfach nicht symmetrisch verlaufen.

Die Empfindlichkeit eines Empfängers wird gekennzeichnet durch die hochfrequente Eingangsspannung in μV, bei der am Ausgang des Gerätes bei dreißigprozentiger Modulation mit 400 Hz eine Leistung von 50 mW abgegeben wird. Diese Definition ist nicht ganz allgemein brauchbar, da einige kommerzielle Empfänger nicht 50 mW abgeben, sie gilt aber für alle mit Lautsprecher ausgerüsteten Empfänger, also besonders für Rundfunkempfänger. Um aus dem Meßwert die voraussichtlichen Empfangsmöglichkeiten bestimmen zu können, ist die Kenntnis der Feldstärke des betreffenden Senders und der effektiven Höhe der Empfangsantenne notwendig. Die durchschnittliche effektive Höhe einer Rundfunkempfangsantenne wird mit 4 m angegeben, die bei den Messungen verwendete künstliche Antenne von 200 μμF, 20 μH und 20 Ω in Reihe soll im allgemeinen den Werten solcher Antennen entsprechen (nach deutschen Messungen liegen bei den vielfach verwendeten Innenantennen die effektiven Höhen zwischen 0,2 und 0,5 m, die Ursache des Widerspruches dürfte in der Definition des Begriffes effektive Höhe zu suchen sein). Die Empfindlichkeit ist ebenfalls von der Wellenlänge merklich abhängig.

Den Unterschied zwischen den Ausdrücken Klanggüte und Klangtreue kennzeichnet der Verfasser so, daß Klanggüte für die Beurteilung durch den Hörer, Klangtreue für den Vergleich mit einer vollkommenen Wiedergabe gilt. Für diese Eigenschaften sind mehrere Messungen notwendig:

1. Gesamtfrequenzkurve (Ausgangsspannung bzw. Leistung in Abhängigkeit von der Modulationsfrequenz bei konstanter Eingangsspannung und konstantem Modulationsgrad),
2. Klirrfaktor,
3. Ausgangsspannung in Abhängigkeit vom Modulationsgrad.

Die Messung der Verstärkung, insbesondere die Prüfung der selbsttätigen Verstärkungsregelung, erfordert die Aufnahme der Kurve Ausgangsspannung in Abhängigkeit von der hochfrequenten Eingangsspannung. Eine geringe Steigerung der Lautstärke innerhalb des selbsttätig geregelten Teiles der Kurve erscheint unvermeidlich und bedeutungslos, ein Regelbereich von etwa 1 : 3000 notwendig. Das Verhältnis Nutz- zu Störspannung ist zu messen für den Punkt der höchsten Verstärkung, wobei gewährleistet sein muß, daß von außen keine Störspannung auf den Empfänger einwirken kann.

Als Beispiel werden durchschnittliche Zahlenwerte für 3 Klassen von Empfängern angeführt:

a) unempfindliche Empfänger mit hoher Klanggüte für Ortsempfang innerhalb eines Feldstärkebereiches von mehr als 10 mV/m;
b) Empfänger mittlerer Empfindlichkeit und Klanggüte, zu verwenden zum Empfang von Feldstärken bis herab zu 1 mV/m;
c) hochempfindlicher und trennscharfer Empfänger mit geringerer Klanggüte.

	a	b	c
Empfindlichkeit .	10 mV	1 mV	30 μV
Trennschärfe .	20 kHz	10 kHz	6 kHz
	Bandbreite bei 6 dec Dämpfung		
	150 kHz	70 kHz	40 kHz
	Bandbreite bei 80 dec Dämpfung		
Klanggüte.	35 bis 8000 Hz	50 bis 4000 Hz	150 bis 2000 Hz
	bei nicht mehr als		
	3 dec	6 dec	6 dec Änderung
Klirrfaktor	5%	10%	20%
Nutz- zu Störspannung	80 dec	60 dec	40 dec

M o e b e s.

L e s R é s e a u x d e T r a n s m i s s i o n d' É n e r g i e. Von J. F a l l o u. Mit 288 Abb., VI u. 558 S. in gr. 8°. Verlag Gauthier-Villars, Paris 1935. Preis geh. 125 Fr.

Das Buch behandelt das ganze Gebiet der elektrischen Kraftübertragung, soweit es sich um elektrische Erscheinungen im normalen Betrieb oder um Störungsfälle handelt. Ausgehend von der Leitungsberechnung werden anschließend Spannungsregelung, Stabilität, Überströme und Überspannungen behandelt. Das Werk schließt mit einem Kapitel über den Selektivschutz.

Während der Verfasser bei der Leitungstheorie auf den Arbeiten französischer Theoretiker fußt (Blondel, Lavanchy, Boucherot u. a.), werden in weiteren Abschnitten die amerikanischen Forscher bevorzugt herangezogen, von denen namentlich in der Zeit von etwa 1920 ab sehr bemerkenswerte Arbeiten geleistet worden sind. — Das Werk stellt eine sorgfältige und umfangreiche Arbeit dar, die das ganze Gebiet sehr eingehend behandelt, soweit dies eben die Beschränkung auf einen Band gestattet. — Es ist sehr reichlich Gebrauch von mathematischen Ableitungen gemacht, die den praktischen Ingenieur, sei er Projekteur oder Betriebsmann, einigermaßen abschrecken werden. Es wird ihm schwer fallen, sich aus der ganzen Materie das herauszuschälen, was er brauchen kann, weil es wirklich Eingang in die Praxis gefunden hat.

Da es nicht möglich ist, in einer kurzen Besprechung auf den Inhalt des gesamten Werkes einzugehen, seien in folgendem nur einige Punkte herausgegriffen. — Wie es auch anderwärtig geschieht, beginnt das Werk mit der berühmten Thomsonschen Telegraphengleichung. Dies ist kennzeichnend für die Behandlungsweise der Kraftübertragungsprobleme. Man bedenke, daß die längsten bis heute gebauten Fernleitungen nach angenähertem Verfahren, also mit konzentrierten Kapazitäten praktisch genau genug gerechnet werden können. Derartige Leitungen müssen zur Kompensierung der Ladeströme in Einzelabschnitte unterteilt werden, für die die genaue Berechnungsweise nicht nötig ist und zu viel Zeit erfordert. Durch die Kompensierung und damit Übergang auf selbstkompensierte oder nivellierte Leitungen verschwindet die Notwendigkeit, nach der Telegraphengleichung zu rechnen. — Das so praktische Betriebsdiagramm nach Baum fehlt. Die interessanten Rechnungen über höchste Wirkungsgrade sind, wie der Verfasser selbst zugibt, nur von spekulativem Wert. Sie verführen dazu, Probleme, die vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit, insbesondere der Volkswirtschaft, beurteilt werden müssen, falsch zu behandeln.

Die verzerrungsfreie Leitung nach Heaviside ist bei Starkstrom nicht anwendbar. Der Vorschlag von Boucherot zur Abhilfe dürfte für die Praxis zu umständlich sein. Dasselbe gilt für Übertragungen mit konstanter Impedanz oder mit konstantem Strom oder mit ¼- und ½-Wellen-Leitungen.

Die Bestimmung von Kurzschlußströmen geschieht auf rein mathematischem Wege, trotzdem das graphische Verfahren, von der Synchronmaschinen-Leerlauf-Charakteristik ausgehend, so übersichtlich ist. Die Theorie der Berechnung der Spannungsabfälle der wichtigen Dreiwicklungstransformatoren (Wagner und Evans sowie Falk) fehlt.

Während bei uns in Deutschland keine Zweifel über den Nutzen der Petersen- oder Bauch-Spule bestehen, kann der Verfasser ihre Anwendung nur für wenige umfangreiche Freileitungsnetze zugestehen. Bei den angestellten mathematischen Betrachtungen wird nicht auf die zahlreichen deutschen Veröffentlichungen hingewiesen, sondern nur eine Arbeit von Bekku benutzt. — Auch die Amerikaner hatten sich anfänglich stark ablehnend gegen die Löschdrossel gestellt und geben nur allmählich ihren Widerstand auf.

In dem Abschnitt über Selektivschutz fällt es auf, daß der bekannte Transformatorschutz nach Buchholz nur ganz beiläufig als Fußnote angeführt wird, weil es kein Apparat ist, der auf einer elektrischen Erscheinung beruht! Bei der Benutzung des Werkes wird der Leser nicht erkennen können, welche große Bedeutung dieser Schutz in der Praxis besitzt. **O. B u r g e r.**



Dampfturbinen-Verbrauchsdiagramme. Grundlagen u. Entwurf nebst Beispielen. Von Ing. H. Hiedl. Mit 63 Textabb., VI u. 83 S. in gr. 8⁰. Verlag von Julius Springer, Wien 1935. Preis geh. 8 RM.

Die Lehrbücher des Dampfturbinenbaues bringen bei manchem gerade für die tägliche Praxis Wichtigen weder vollständige Grundlagen noch ausreichende praktische Anweisungen; das Erscheinen eines solchen Buches über eines dieser Dinge, wie das vorliegende, ist deshalb zu begrüßen. In klarem, durch den Stoff gegebenem Aufbau werden zuerst, und zwar an Schaubildern für Verhältniszahlen, für Drossel- und Düsenregelung die „Grundlagen" entwickelt: wie sich aus den Beziehungen zwischen Dampfmenge, Wärmegefälle, Drücken und mit Voraussetzungen über den Umfangswirkungsgrad das Leistungsschaubild ergibt, wie dessen Linien sich mit weiterer Einbeziehung der Verluste immer mehr strecken, wie man so auf die Darstellung der Dampfmenge über der Kupplungsleistung durch eine, hier durch Voll- und Halblastpunkt der genauen Kurve gelegte Ersatzgerade kommt, die durch den „extrapolierten" Leerlaufpunkt auf der Dampfmengenachse festgelegt wird. Das Wesentliche sind nun die für diese „Leerlaufzahlen" aus den Schaubildern ermittelten Werte (für Axialturbinen mit Kennzahlen um 2000; Radialturbinen sollen nicht eingeschlossen sein), in Kurven abhängig vom Druckverhältnis angegeben und mit Meß- und Garantiewerten — leider mit einer Ausnahme ohne Quellenangabe — verglichen. Sie können als brauchbare, im allgemeinen auf der sicheren Seite liegende Anhaltswerte angesehen werden. Auch für den Ersatz der Überlastlinie durch eine Gerade wird eine Regel gefunden. Zum Übergang auf bestimmte Fälle kann der Vollastwirkungsgrad nach dem mittleren Durchsatzvolumen abgeschätzt werden, wofür Kurven mitgeteilt werden. So läßt sich im zweiten, gleich langen Abschnitt, in dem „Entwurf und Gebrauch" der Schaubilder an Hand von Beispielen, jedesmal mit Angaben über Regelung und Schaltung, gezeigt werden, zunächst die Verbrauchsgerade der Kondensations- und Gegendruckturbinen erledigen. Weiter wird der Entwurf von Schaubildern für ein- und zweifache gesteuerte Entnahme als rein geometrische Aufgabe der Zusammensetzung solcher Verbrauchsgeraden behandelt, ohne Eingehen auf letzte Feinheiten. Zweidruckturbinen sind nicht berücksichtigt; der Übergang auf Klemmenleistung wird an Beispielen erläutert, mit Werten für Getriebe- und Generatorverluste sowie den Arbeitsverbrauch der Kondensation.

Die neueren Zeitschriftenaufsätze sind nur zum Teil verarbeitet worden. Für seinen Zweck, dem planenden Techniker wie dem Betriebsmann zum Entwerfen überschlägiger Verbrauchsdiagramme für Planungen und Vergleichsrechnungen zu dienen, wohl geeignet, ist das Büchlein auch für den Turbinenbauer als eine das Verständnis durch Klarlegen der Zusammenhänge vertiefende Darstellung eines wichtigen Teilgebietes von Wert.

Max Jobst Gercke.

Wachse, wachsähnliche Stoffe und technische Wachsgemenge. Von E. J. Fischer. Bd. 31 von Technische Fortschrittsberichte. Herausg. v. Prof. Dr. B. Rassow. Mit 6 Abb. u. 6 zum Teil umfangreichen Tab., XI u. 200 S. in 8⁰. Verlag Theodor Steinkopff, Dresden u. Leipzig 1934. Preis geh. 13 RM, geb. 14 RM.

Der Verfasser schildert in 6 Kapiteln kurz Gewinnung, Verarbeitung und Untersuchung im allgemeinen, dann im besonderen: tierische, pflanzliche, mineralische, synthetische Wachse und Gemenge, weiter ihre Verwendung (Bohnermassen, Schuhkrem, Kitte, Modellierwachs, Schiwachs usw.). Er gibt Vorschriften für gebräuchliche Mischungen, darunter auch 3 für Kabelwachs. Wer mehr wissen will, bekommt viele Literaturangaben. Es folgen 3 Tafeln mit Angaben von Schmelzpunkten usw. und schließlich 3 Tafeln der Patente seit etwa 1920. Die Angaben über Herkunft und Verwertung von Bienenwachs, chinesischem Insektenwachs, Walrat, Wollfett, Carnaubawachs (von den Blättern der Fächerpalme ausgeschieden), Montanwachs (aus Braunkohle) und die aus ihm neuerdings durch die I. G. Farbenindustrie hergestellten Kunst- (synthetischen) Wachse sind auch für den Nichtchemiker lesenswert.

K. Arndt.

Die österreichische Kohle. Gesamtbericht des ÖKW-Arbeitsausschusses „Inlandskohle". Herausg. v. Österreichischen Kuratorium für Wirtschaftlichkeit. ÖKW-Veröffentl. 17. Mit Abb. u. 163 S. in 8⁰. Verlag Julius Springer, Wien 1934. Preis geh. 5,60 RM.

Die bisherige Lücke einer zusammenfassenden wirtschaftlichen Darstellung über die österreichische Kohle wird in mustergültiger Weise durch eine Einzeldarstellung des Österreichischen Kuratoriums für Wirtschaftlichkeit als Ergebnis der Arbeiten eines Ausschusses für die „Förderung des Absatzes inländischer Kohle" ausgefüllt.

Im ersten Abschnitt werden die Kohlenvorräte und Kohlenbergbaue sowie die Eigenschaften der österreichischen Kohlen an Hand von Übersichtstafeln behandelt. Das heutige Österreich verfügt nur über schätzungsweise 30 Mill t Steinkohle und die 20fache Menge Braunkohle, die den heutigen Bedarf auf etwa 200 Jahre decken könnten.

Ein zweiter Teil beschäftigt sich mit den Marktverhältnissen und dem Kohlenbedarf für Verkehr, Industrie und Hausbrand.

Über die Preisbildung und die Selbstkosten der österreichischen Kohlen werden eingehende Untersuchungen geführt. Die Soziallasten betragen über 40 % des Lohnes, mithin fast das 7fache der Vorkriegszeit. Ferner wird gezeigt, daß die Absatzfähigkeit der österreichischen Gruben maßgebend vom Preis der Auslandskohle und den ungünstigen Frachtverhältnissen beeinflußt wird.

Anschließend sind in einem dritten Abschnitt die Maßnahmen der einzelnen Länder Europas zur Erschwerung des Eindringens ausländischer Kohle dargestellt. Der Schutz der österreichischen Kohle hat dagegen erst durch das Brennstoffgesetz vom Jahre 1931 und mehrere nachfolgende Brennstoffverordnungen eingesetzt. Durch den vorgesehenen Beimischungszwang und Einfuhrverbote konnten bereits wesentliche Erfolge zur Sicherung des österreichischen Kohlenabsatzes erzielt werden.

Es folgen Darlegungen über die Bemühungen der Kohlenbergbaue zur Senkung der Selbstkosten und zur Veredelung der Kohle. Verschwelung und Brikettierung werden ausführlich besprochen.

Abschließend werden zahlreiche Anträge zusammengefaßt, durch welche nach Ansicht des Ausschusses der österreichische Kohlenabsatz gehoben werden und der Inlandspreis gegenüber den Ansprüchen des Auslandes preisregelnd wirken kann.

Aus den Darlegungen des Buches ist zu entnehmen, daß die Verhältnisse auf dem Gebiet der Kohlenversorgung in Österreich wesentlich anders liegen als in Deutschland. Gerade deswegen werden die mit Fleiß zusammengetragenen, teilweise noch nicht bekannten Unterlagen über dieses eng umrissene Gebiet dem deutschen Fachmann wertvolle Anregungen geben.

F. Seidl.

Einführung in die betriebswirtschaftliche Organisationslehre. Von Dr.-Ing. K. W. Hennig. Mit 97 Textabb. u. 7 Taf., XI u. 173 S. in gr. 8⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1934. Preis geh. 10,80 RM, geb. 12 RM.

Im Vorwort bemerkt der Verfasser, daß er nur eine Einführung in die betriebswirtschaftliche Organisationslehre geben will. Der Ansicht des Verfassers, daß die Zeit für eine umfassende Darstellung der Materie noch nicht gekommen ist, kann man nur beipflichten. Durch die Darstellung vielseitiger Beispiele aus allen Zweigen der Verwaltung von Behörden, Verbänden und Unternehmungen wird dem Leser recht vor Augen geführt, wie ungeheuer groß dieses Gebiet ist.

Ein mehrere Seiten langes Verzeichnis von Behörden, Ministerien, Verbänden, Wirtschaftsinstituten sowie Persönlichkeiten der Wissenschaft und der Technik zeigt an, wieviel Material der Verfasser verarbeitet hat, wie überhaupt auf Unterlagen, besonders aus der Literatur, viel Liebe verwendet wurde.

Der Verfasser versucht, die wirtschaftlichen Zusammenhänge einer Organisation besonders nach ihrer Wirkung durch graphische Bilddarstellung zu erläutern und auch in Formeln zu kleiden, was man begrüßen muß. Die Vorsicht, mit der auf einzelne Punkte und Beispiele hingewiesen wird, soll hier noch einmal unterstrichen werden, denn die Beispiele und Äußerungen sind nicht als Universalrezept für alle Fälle zu verwenden. Eine Organisa-

tion wird in ihrem Erfolg immer von der Erziehung derjenigen, die in der Organisation arbeiten, und von dem Geist, mit dem die oberste Leitung die Organisation durchdringt, abhängig sein. Die persönliche Verantwortung muß dabei als sittliches Moment stets an erster Stelle stehen. Die Form kann, wie das Buch auch zeigt, sehr vielgestaltig sein und hängt außer vom Tätigkeitszweig und den menschlichen Eigenarten noch von tausend anderen Dingen ab.

Das Buch ist ein Beitrag zu dem großen Ziel, die Arbeitsweise der Menschen in einem Organismus möglichst reibungslos zu regeln, und gibt dem Lesenden durch seine Beispiele eine Fülle von Anregungen, selbst wenn man mit manchen Ausführungen aus Zweckmäßigkeitsgründen nicht einverstanden ist. O. Knoop.

Materialien für den Erlaß von Betriebsordnungen. Mit 63 S. in 8°. Verlag für Sozialpolitik, Willy Rink u. Bernhard Krause, Berlin-Charlottenburg 1934. Preis geh. 1,80 RM.

Man kann sagen: Ein nett und interessant zu lesendes Büchlein über eine an und für sich spröde Materie, dabei doch sachlich gehalten. Ohne langatmige Kommentare und Ausführungen wirkt es durch geschickte Aneinanderreihung des Materiales fesselnd. Das Inhaltsverzeichnis könnte eingehender sein.

Der im Betrieb Tätige findet in dem Buch das Gesetz zur Ordnung der nationalen Arbeit selbst und hinterher eine Reihe von Richtlinien für Betriebsordnungen, die die verschiedenen Treuhänder der Arbeit herausgegeben haben. Interessant ist die wiederholte Betonung, daß es nur Richtlinien sein sollen, während doch schon das Eingehen auf besondere Punkte die Wünsche erkennen läßt, die man gegebenen Orts hat. Man muß diese verschiedenen Richtlinien der Treuhänder gelesen haben, um daraus Anregungen zu schöpfen, wie man die Betriebsordnung für seinen eigenen Betrieb möglichst umfassend gestalten kann. Bei einer Betriebsordnung liegt nicht die Würze in der Kürze wie sonst häufig, sondern hier sollte man schon aus erzieherischen Gründen das Verhältnis zwischen Betriebsführer und Gefolgschaft möglichst umfassend und sorgfältig klarstellen. Auch die Kommentare und Begleitworte dazu sind wichtig, um die Gesichtspunkte der so verschieden zusammengesetzten Gefolgschaften auf einer geraden Linie auszurichten. Man wird Erfahrungen sammeln und auf diese Weise weiter arbeiten müssen, denn hier gilt es, Material zu schaffen für das größte Ziel des arbeitenden Menschen: seine Beziehungen zum Betrieb, zu seiner Brotstelle so zu gestalten, daß er sich dort wohlfühlt, dem Volke durch seine persönlichen Leistungen mit Freuden dient und sich auch als notwendiges, geachtetes und beachtetes Mitglied seiner Volksgenossen fühlt.

O. Knoop.

Der Ausübungszwang in der Patentgesetzgebung aller Länder. Teil 1: Europäische Staaten. Von K. Schroeter u. R. Poschenrieder. Mit Daumenreg., 105 S. in Sammelmappe. Verlag Max Millenet, Berlin 1934. Preis 10 RM.

Es handelt sich um eine Sammlung der wichtigsten Bestimmungen über den Ausführungszwang in der Patentgesetzgebung aller Länder in Form von losen Blättern, die in einem Schnellhefter zusammengehalten und leicht zu ergänzen sind. Zunächst sind nur die europäischen Länder behandelt, die außereuropäischen sollen demnächst folgen. Inhaber von ausländischen Patenten werden in dem Werke einen Anhalt finden, wie sie sich bei der Verwertung ihrer Patente zu verhalten haben, um nicht Schaden aus den Bestimmungen über den Ausführungszwang zu erleiden, die gerade heute bei den gespannten wirtschaftspolitischen Verhältnissen besondere Beachtung verdienen. Kahle.

Eingegangene Doktordissertationen.

Paul Perlick, Der Frequenzgang der Durchschlagspannung bei festen Isolierstoffen im Bereich 0 bis 10^6 Hertz. T.H. Berlin 1933. (Erschien als selbständige Veröffentl. bei F. Beisse, Berlin W 57, Potsdamer Str. 86.)

Paul Pfundt, Die Druckabhängigkeit des Restionisationsstromes in ihrer Beziehung zu der Ultrastrahlungsmessung. T.H. Stuttgart 1934. [Sonderdruck aus Z. Physik 90 (1934) H. 7/8.]

Herwarth von Renesse, Über die Beziehungen zwischen den periodischen Eigenschaften und dem Elektronenaufbau der Metalle. T.H. Berlin 1933.

Karl Rudnik, Abbrandverhältnisse in basischen Lichtbogen-Elektrostrahl-Öfen. T.H. Berlin 1932. [Erschienen in Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 621 u. 676.]

Hubert Schardin, Die Grundlagen einer exakten Anwendung und quantitativen Auswertung der Toeplerschen Schlierenmethode. T.H. Berlin 1934. (Erschien als selbständige Veröffentl. — Forschungsheft 367 — im VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin.)

Gerhard Schaufler, Über die elektrolytische Abscheidung von Chrom in dicken Schichten. T.H. Stuttgart 1934.

Max Strelow, Die Verwendung von Hochfrequenzfunken für die Entflammung des Gasgemisches in Brennkraftmaschinen. T.H. Berlin 1933.

Karl Aymanns, Der Einfluß federnder Statoren auf den Parallelbetrieb elektrischer Maschinen, die mit periodisch veränderlichem Drehmoment arbeiten. T.H. Darmstadt 1933.

Hermann Beekmann, Beitrag zur experimentellen Analyse von Wechselströmen. T.H. Darmstadt 1933.

Friedrich Böttcher, Die maximale Feldstärke und die Kapazität der Drehstromkabel. T.H. Dresden 1933. [Erschien gleichzeitig in Z. angew. Math. Mech 14 (1934) H. 5.]

Horst Grünert, Die elektrolytische Ventilwirkung in geschmolzenen Salzen. T.H. Dresden 1934. [Sonderdr. aus Z. Physik 91 (1934) H. 1/2.]

Gerhard Häßler, Grundsätze für die Anwendung des Pendelrückkopplungsempfängers. T.H. Dresden 1934. [Erschien gleichzeitig in Hochfrequenztechn. 44 (1934) H. 3.]

K. G. Klöne, Untersuchungen an Wasserstrahl-Luftpumpen. T.H. Darmstadt 1932.

Hans Krull, Untersuchung von Koronaverlusten. T.H. Hannover 1934.

Wilhelm Menger, Verfahren zur angenäherten Ermittlung wahrer Gastemperaturen. T.H. Darmstadt 1931.

Otto Mohr, Der Einfluß der Sauerstoffbeladung auf das elektrische Verhalten der Ventilschichten von W, Ta, Nb. T.H. Dresden 1934.

Georg Oplatka, Über Raumladungen und deren Einfluß auf die Dielektrizitätskonstante des Eises. T.H. Zürich 1934.

Hans Staub, Untersuchung der dielektrischen Eigenschaften des Seignettesalzes mittels Röntgenstrahlen. T.H. Zürich 1934. [Sonderdr. aus Helv. phys. Acta 7 (1934) H. 1.]

Erich Tanner, Der Temperaturverlauf im Brennstoffbett und im Rost bei der Verbrennung von Steinkohle. T.H. Darmstadt 1933.

Friedrich Wunderlich, Die Dauerbiegefestigkeit von Konstruktionsteilen an Einspannungen, Nabensitzen und ähnlichen Kraftangriffstellen. T.H. Darmstadt 1933. (Erschien gleichz. als H. 5 der Mitt. Mat.-Prüf.-Anst. a. d. T.H. Darmstadt im VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin.)

Hans Wüst, Untersuchungen über akustische Vierpole. T.H. Dresden 1933. [Erscheint gleichzeitig in Hochfrequenztechn. 44 (1934) H. 3.]

Fritz Dengler, Berührungsgefahr und Berührungsschutzmaßnahmen in Drehstromanlagen mit Betriebsspannungen von 220/380 V. T.H. Braunschweig 1935.

Johannes Gruetzmacher, Piezoelektrischer Kristall mit sehr tiefer Eigenfrequenz. T.H. Berlin 1934.

Ludwig Müller, Über die elektrischen Vorgänge in den Stromkreisen der Lichtbogen-Schweißdynamo. T.H. Berlin 1934.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 19. Juli 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 1. August 1935 | Heft 31

Das Elektronenmikroskop.

Von **Walter Henneberg**, Berlin.

621. 385 : 539. 2

Die Entwicklung des Elektronenmikroskops in den letzten Jahren ist bei Ingenieuren und Physikern gleich großer Anteilnahme begegnet. Die Lösung der mit dem Grundgedanken verknüpften Fragen ist schon grundsätzlich bedeutungsvoll durch die Aussicht, die instrumentellen Hilfsmittel des Menschen für die Befragung der Natur maßgebend erweitern zu können. Anderseits liegen schon jetzt Teilerfolge der praktischen Forschung vor, die erwarten lassen, daß auch die Technik aus der Elektronenmikroskopie Nutzen ziehen wird. Diese Umstände haben uns veranlaßt, die bisher in der ETZ und im Arch. Elektrotechn. veröffentlichten Einzelberichte durch den nachstehenden Aufsatz über den heutigen Stand der Technik des Elektronenmikroskops und die bis jetzt mit seiner Hilfe erzielten praktischen Erfolge zu ergänzen*).

Das Elektronenmikroskop hat seinen Namen daher, daß man mit seiner Hilfe Gegenstände durch die von ihnen ausgesandten Elektronen ebenso abbilden kann, wie mit Hilfe des gewöhnlichen Mikroskops durch das von ihnen ausgehende Licht. Beim gewöhnlichen Mikroskop bedient man sich der Glaslinsen, um alle von einem Gegenstandspunkt ausgehenden Lichtstrahlen wieder in einem Punkte, dem Bildpunkt, zu vereinigen. Was nun für Lichtstrahlen Glaslinsen sind, das sind für Elektronenstrahlen rotationssymmetrische elektrische und magnetische Felder. Der Nachweis, daß solche Felder Linseneigenschaften besitzen, wurde im Jahre 1926 von Busch[1]) geführt. Er zeigte ferner, daß unter den gleichen Vernachlässigungen wie in der Optik für nicht zu ausgedehnte Felder („dünne Linsen") das Linsengesetz gilt: $1/a + 1/b = 1/f$, wo a und b die Entfernungen des Gegenstandes bzw. des Bildes von der Linse und f ihre Brennweite ist. Gleichzeitig gab Busch eine Berechnung der Brennweite der magnetischen Linse. Trotzdem hat man erst einige Jahre später versucht, mit Hilfe von elektrischen oder magnetischen Feldern Abbildungen vorzunehmen. Auch die Theorie ist dann von Scherzer, Glaser, Picht u. a., die die Linseneigenschaften elektrischer und elektromagnetischer Felder untersuchten, weiter ausgebaut worden[2]).

Die Möglichkeit einwandfreier Abbildungen mit elektrischen Linsen wurde im Forschungs-Institut der AEG im Jahre 1932 durch E. Brüche und H. Johannson gefunden[3]). Den Aufbau ihres elektrischen Mikroskops zeigt Abb. 1, in der Kathode G, Gitterblende L_1 und Anode L_2 weit auseinandergeschoben sind, während sie im Betrieb eng zusammengerückt sind; S ist der Leuchtschirm. Der entsprechende Beweis für magnetische Felder wurde im Hochspannungslaboratorium der T. H. Berlin von M. Knoll und E. Ruska geführt[4]). Der Aufbau eines solchen Mikroskops ist im Prinzip der gleiche wie beim elektrischen Mikroskop, nur daß an die Stelle des Immersionsobjektivs (L_1 und L_2 in Abb. 1) eine einfache Beschleunigungsanordnung sowie eine oder mehrere Magnetspulen treten. Gegenüber dem Lichtmikroskop unterscheiden sich beide Mikroskope durch zwei Merkmale, die durch die Unterschiede der Elektronenstrahlen und Lichtstrahlen bedingt sind. Einmal ist es notwendig, das Elektronenbild auf einem Leuchtschirm aufzufangen, da dem menschlichen Auge durch Elektronenstrahlen keine Lichteindrücke vermittelt werden. Sodann ist man gezwungen, die Anordnung ins Hochvakuum zu bringen, da die Elektronen durch Luft außerordentlich stark absorbiert werden. Man hat also die in Abb. 1 gezeigte Anordnung noch in ein Glasgefäß einzubauen, das dann evakuiert werden muß. Während man jedoch die Magnetspulen außerhalb des Vakuumgefäßes anbringen kann, muß man die elektrischen Linsen innerhalb anordnen.

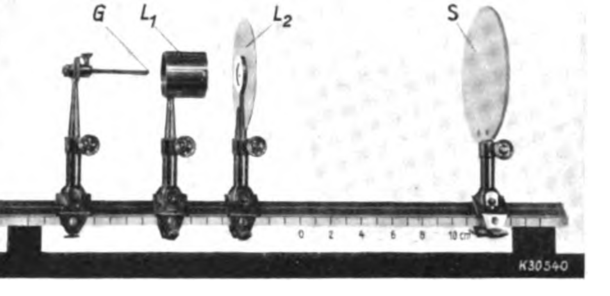


Abb. 1. Immersionsobjektiv.

Bevor wir auf die Anwendungen des Elektronenmikroskops eingehen, wollen wir noch einige bemerkenswerte Einzelheiten des Aufbaus angeben: Wenn die Kathode abgebildet wird, so können die Elektronen durch Glühen bei einer Betriebstemperatur von etwa 1000 °C oder durch Bestrahlung der Kathode mit ultraviolettem Licht ausgelöst werden. Im ersten Fall bildet man im allgemeinen elektrisch ab, im zweiten magnetisch. Auch die Höhe der anzulegenden Spannung richtet sich nach der Auslösungsart. Bei Glühemission genügen einige hundert Volt, während bei Verwendung von Licht einige tausend Volt erforderlich sind. Die Stromdichten, die dabei auftreten, sind von der Größe 1 bis 10 mA/cm²; man befindet sich also noch weit unterhalb des technischen Emissionsbereiches, der um 1 A/cm² liegt. Will man jedoch Stoffe untersuchen, die man nicht zu genügend hoher Emission

*) Dieser Aufsatz stellt eine z. T. verkürzte, z. T. erweiterte Wiedergabe eines Vortrages im VDE, Gau Württemberg, am 16. 1. 1935 dar.

[1]) H. Busch, Ann. Physik 81 (1926) S. 974; Arch. Elektrotechn. 18 (1927) S. 583.

[2]) Man vergleiche z. B. die zusammenfassende Darstellung der theoretischen und experimentellen Ergebnisse bei E. Brüche u. O. Scherzer: Geometr. Elektronenoptik, Berlin: Julius Springer 1934.

[3]) Ein kurzer Bericht hierüber in der ETZ 53 (1932) S. 1249.

[4]) Vgl. den Bericht in ETZ 54 (1933) S. 1122. Dort auch ein Schema des Aufbaues des magnetischen Mikroskops.

anregen kann, so besteht die Möglichkeit, sie mit Elektronen zu beschießen oder zu durchschießen und dann mit den reflektierten oder durchgelassenen Elektronen ein Bild des Gegenstandes zu erzeugen. In letzterem Fall wird also zwischen Kathode und Linse noch das zu durchstrahlende Objekt angebracht.

Schließlich wollen wir auf den Vergleich der Licht- und Elektronenbilder eingehen und damit eine Rechtfertigung der Benutzung des Elektronenmikroskops geben. Wie man schon frühzeitig durch Abbildungen, z. B. von Netzen, festgestellt hat, sind sich Elektronen- und Lichtbild geometrisch ähnlich, wie es auch zu verlangen ist, wenn von einer „Abbildung“ die Rede ist. Anders verhält es sich mit der Intensität der beiden Bilder: Im Lichtbild erscheinen die Stellen hell, die viel Licht emittieren (bzw. reflektieren), im Elektronenbild die Stellen hoher Elektronenemission. Daß diese Stellen nicht identisch zu sein brauchen, liegt auf der Hand. So steht uns also im Elektronenmikroskop ein Mittel zur Verfügung, mit dem die technische Verwendbarkeit einer Kathode, nämlich ihre Emissionsfähigkeit, eindeutig untersucht werden kann. Ob man dabei elektrische oder magnetische Abbildung vornimmt, ist völlig gleichgültig; denn bis auf etwaige Bildfehler, die sich im Außenbezirk des Bildes geltend machen, liefern diese beiden Verfahren die gleichen Ergebnisse.

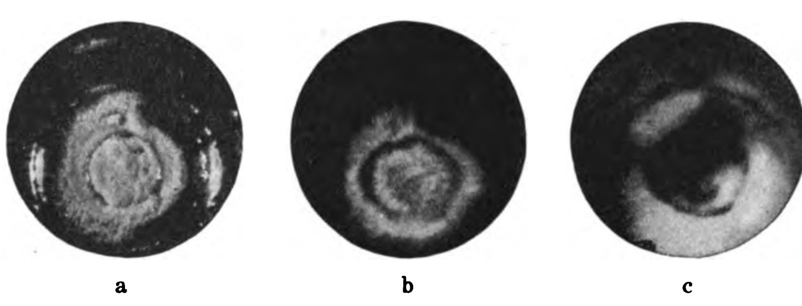


Abb. 2. Überdampfen des Bariums vom Zentrum eines Kreissystems aus (30fache Vergrößerung); a) Lichtbild, b) Elektronenbild beim Anheizen, c) nach längerem Glühen.

A. Zunächst werden wir einen Überblick über den heutigen Stand der Elektronenmikroskopie geben und dabei über die im Forschungs-Institut der AEG angestellten Versuche berichten.

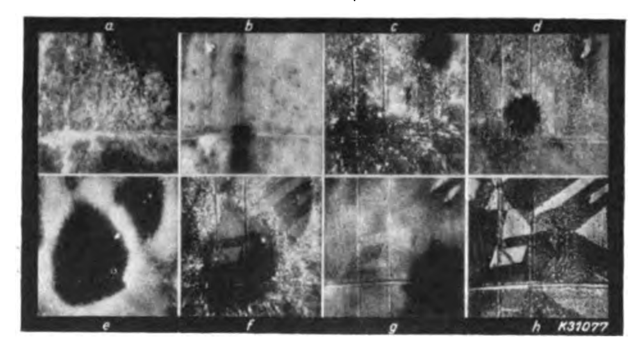


Abb. 3. Auftauchen der Kristallstruktur einer mit Bariumazid aktivierten Nickelkathode (20fache Vergrößerung).

Naturgemäß erfolgten die ersten elektronenmikroskopischen Untersuchungen an gut emittierenden Kathoden. Um eine Kathode, z. B. aus Nickel, zur Elektronenemission zu bringen, glüht man sie. Es hat sich jedoch gezeigt, daß bei der gleichen Temperatur eine bedeutend höhere Emission zu erzielen ist, wenn man als Kathodenstoff nicht das reine Metall verwendet, sondern es vorher durch Aufbringen von Bariumoxyd, Bariumazid oder reinem Barium[5]) „aktiviert“. Die Versuche haben ergeben, daß wichtig für die Emission in allen Fällen das reine Barium ist, das sich aus dem Oxyd oder dem Azid ausscheidet. Bringt man das Barium nur an bestimmten Stellen auf das Trägermetall (Nickel) auf, so erscheinen im Elektronenmikroskop die helleuchtenden Stellen des Bariums. Heizt man nun die Kathode, so verdampft das Barium, um sich an anderen Stellen wieder niederzuschlagen. Setzt man die Heizung weiter fort, so kann man verfolgen, wie das anfänglich regelmäßig verteilte Barium allmählich auch auf entferntere Teile der Kathode überdampft. Drei Aufnahmen dieser Art, bei denen sich das Barium in der Mitte eines Kreissystems befand, zeigt Abb. 2 in 30facher Vergrößerung. Diese Versuche zeigen, daß es nicht möglich ist, zur Herstellung einer nur teilweise emittierenden Kathode, wie sie neuerdings für Verstärkerröhren in Erwägung gezogen wird, etwa nur die zur Emission bestimmten Teile zu aktivieren.

[5]) Statt des Bariums kann man auch andere Erdalkalien verwenden, wir werden jedoch nur von Barium sprechen.

Das Gebiet der Oxydkathode erwies sich als außerordentlich ergiebig für die weitere Entwicklung der Elektronenmikroskopie. Verfolgen wir das Verhalten einer mit Bariumazid aktivierten Nickelkathode an Hand der Abb. 3, die die Kathode in 20facher Vergrößerung wiedergibt; die auf allen Bildern erkennbaren senkrechten und waagerechten Striche dienten zur Feststellung dieser Vergrößerung. Das erste Bild (3 a) weist nur regellos verteilte helle Gebiete auf, die von der willkürlichen Verteilung des Bariums herrühren. Die weiteren Bilder b bis e zeigen das Überdampfen des Bariums und das Verdampfen, wie es ähnlich in Abb. 2 zu sehen war. Nach längerem Heizen verteilte sich das Barium derart über die ganze Kathode, daß es eine dünne, überall gleich dichte Schicht bildete. Während man erwarten sollte, daß diese Schicht gleichmäßig emittierte, ebenso wie sie im Lichtbild erscheint, zeigen sich durch das Barium hindurch die Kristallite der Nickelunterlage. In den Bildern f und g der Abb. 3 ist die Verteilung des Bariums noch zu unregelmäßig, um die Kristallite überall hervortreten zu lassen, in Bild h jedoch ist von dem Barium nichts mehr zu sehen, die Stärke der Emission ist jetzt allein durch die Emissionsfähigkeit der Kristallite bestimmt. Es ist zu betonen, daß ein solches Kristallbild zwar auch im Lichtbild zu sehen ist, aber erst nach voraufgegangenem Anätzen der Metalloberfläche. Durch das Anätzen wird die Oberfläche teilweise zerstört, im Elektronenmikroskop tritt die Kristallstruktur hingegen hervor, ohne daß eine Zerstörung der Oberfläche notwendig ist.




Abb. 4. Gefügeumstellung bei Nickel (60fache Vergrößerung).

Nachdem erwiesen war, daß im Elektronenmikroskop die Kristallstruktur des Kathodenmetalls beobachtbar war, ist versucht worden, auch Umstellungen im Kristallgefüge zu verfolgen, wie sie unter der Einwirkung starker Heizung vor sich gehen sollten. Tatsächlich zeigten sich bei einem Nickelkristall solche Umstellungen (Abb. 4). Der Wert solcher Untersuchungen liegt darin, daß man das Metall während des Glühens und damit während der Um-



stellung beobachten kann im Gegensatz zur lichtoptischen Untersuchung, wo man erst nach erfolgter Abkühlung Beobachtungen vornehmen kann.

Kürzlich gelang es, auch das Eisen, dem besondere technische Bedeutung zukommt, das aber nur geringe Emission aufweist, so zu aktivieren, daß es im Elektronenmikroskop beobachtet werden konnte. Auch hier erhielt man, wenn die aufgedampfte Bariumschicht dünn genug war, ein Bild der Kristallstruktur. Ebenso war es möglich, nach längerem Glühen eine Umstellung des Kristallgefüges zu beobachten, ohne daß eine Andeutung der früheren Struktur übrig blieb. Das Eisen ist aber gegenüber dem Nickel besonders dadurch bemerkenswert, daß es sich bei verschiedenen Temperaturen in verschiedenen Zuständen befindet. Man unterscheidet α-, β-, γ- und δ-Eisen. Der Übergang von β- in γ-Eisen, der bei 906 ° C stattfindet, äußert sich in einem Umbau des flächenzentrierten in ein raumzentriertes kubisches Gitter und in einer damit verbundenen sprunghaften Veränderung fast aller Eigenschaften des Eisens[6]). Die ersten Versuche, die bei 906 ° erfolgende β-γ-Umwandlung zu beobachten, wurden durch die geringe Emissionsfähigkeit des Eisens stark beeinträchtigt. In den Gebieten hoher Temperatur, in denen die Emission für eine Beobachtung des Strukturbildes ausreichte, trat keine Umwandlung ein. Deshalb wurde zuerst bei der Beobachtungstemperatur (1050 ° C) eine Aufnahme gemacht (Bild a in Abb. 5), alsdann die Temperatur gesenkt (auf 900 ° C nach dem ersten Bild) und darauf bei 1050 ° C abermals eine Aufnahme gemacht (Bild b in Abb. 5). So entstand die in Abb. 5 wiedergegebene Bilderreihe; jedes Bild wurde bei 1050 ° aufgenommen, die in der Ecke stehende Zahl gibt an, bis auf welchen Wert die Temperatur der Kathode zwischen dem vorangehenden und dem betreffenden Bild gesenkt worden war. Die ersten drei Bilder zeigen fast die gleiche Struktur; bei Abkühlung auf 665 ° und Wiedererhitzung, ebenso wie später bei Abkühlung auf 615 ° zeigt sich ein gänzlich anderes Gefüge; Abkühlung auf 700 ° liefert dagegen kein neues Bild. Bei neueren Versuchen, die im Gegensatz zu den beschriebenen mit reinem Eisen vorgenommen wurden und bei denen die Emission durch Bestrahlung mit Licht auch bei tieferen Temperaturen als 1050 ° möglich war, konnte die Umstellung unmittelbar beobachtet und die Temperatur in Übereinstimmung mit dem bekannten Wert von 906 ° C gemessen werden. Daß die Umwandlung wirklich auf einer Eigenschaft des Eisens beruhte und nicht etwa durch das wiederholte Abkühlen und Erhitzen der Kathode hervorgerufen war, zeigte ein Parallelversuch an Nickel, bei dem selbst nach Abkühlen auf 20 ° keine Umwandlung auftrat.

Abb. 5. Wirkung von Temperatursprüngen bei Eisen (40fache Vergrößerung).

Durch die elektronenmikroskopische Untersuchung von Kathoden mit Hilfe der lichtelektrisch ausgelösten Elektronen läßt sich auch leicht ein Vergleich der photoelektrischen Wirksamkeit der verschiedenen Metalle unter gleichen Versuchsbedingungen durchführen. Einen solchen Vergleich bietet Abb. 6. Sie zeigt in 7facher Vergrößerung eine Messingkathode, in die (von links oben nach rechts unten) der Reihe nach die folgenden Metalle eingelagert wurden: Mg, Al, Zn, Pb, Mo, Sn, Ni, Ag, Au, Fe, Cu, W. Aus dem Elektronenbild 6 a sehen wir, daß die Emission der Metalle etwa in der angegebenen Reihenfolge abnimmt. Daß sich auch im Lichtbild 6 b nahezu dieselbe Reihenfolge eingestellt hat, war nicht von vornherein zu erwarten; diese Erscheinung hängt im übrigen von der Wellenlänge des benutzten Lichtes ab.

Als Ergebnis der bisherigen Untersuchungen stellen wir fest: Man kann Kathoden während des Glühens auf technisch wichtige Vorgänge, Gefügeumstellungen und Elektronenemission, hin untersuchen. Ferner kann man die photoelektrische Wirksamkeit von Stoffen untersuchen, d. h. die spezifische Elektronenemission bei Bestrahlung mit Licht. Daß beide Möglichkeiten auch für wissenschaftliche Zwecke, z. B. für den Metallurgen und den Werkstoffprüfer, von Bedeutung sind, braucht nicht besonders erläutert zu werden.

B. Im folgenden wollen wir unter Bezugnahme auf die Arbeiten aus verschiedenen Laboratorien auf die in der Entwicklung begriffenen Anwendungsgebiete des Elektronenmikroskops eingehen. Bisher haben wir nur von der Untersuchung von „Selbstleuchtern" gesprochen, d. h. von solchen Körpern, welche die zur Abbildung notwendigen Elektronen selber aussenden. Dazu gehören zwar die technisch wichtigen Metalle — obwohl hier Intensitätsfragen auch schon beträchtliche Schwierigkeiten verursachen können —, nicht aber die den Biologen interessierenden organischen Stoffe. Bereits zur Untersuchung dünner Metallhäute ist gelegentlich eine Anordnung benutzt


a

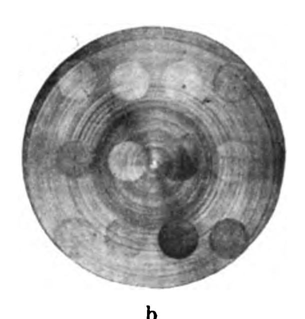
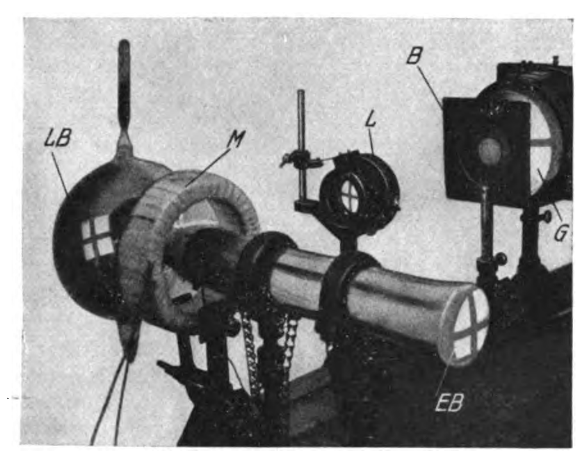

b

Abb. 6. Vergleich verschiedener Metalle (7fache Vergrößerung) a) im Photoelektronenbild, b) im Lichtbild.

worden, bei der zunächst Elektronen von einigen tausend Volt erzeugt wurden. Diese Elektronen wurden durch das zu untersuchende Objekt hindurchgeschossen und gaben damit ein „Schattenbild" der Haut. Die Übertragung dieses Verfahrens auf organische Stoffe wäre besonders deshalb wichtig, als dann vielleicht ein wesentlicher Fortschritt in der Mikroskopie erzielt werden könnte. Bekanntlich lassen sich auch mit dem besten Mikroskop nur solche Punkte voneinander trennen, die mindestens um eine halbe Wellenlänge des zur Untersuchung benutzten Lichtes voneinander entfernt sind. Da uns keine Glaslinsen für Röntgenstrahlen zur Verfügung stehen, können wir, um die beste Auflösung zu erhalten, höchstens ultraviolettes Licht zur Mikroskopie benutzen, aber auch damit

[6]) Die Temperaturangabe für diesen Umwandlungspunkt gilt nur für reines Eisen. Sind Verunreinigungen vorhanden, insbesondere Kohlenstoff, so kann eine wesentlich andere Temperatur vorliegen.

liegt die Auflösungsgrenze bei nur etwa 1 μ ($^1/_{1000}$ mm). Mit Elektronenstrahlen könnte man jedoch wesentlich größere Auflösung erzielen, ist doch die Wellenlänge von 150 V-Elektronen bereits 10 000mal kleiner, nämlich $^1/_{10\,000}\,\mu = 1$ Å, und die von 15 kV-Elektronen nochmals um einen Faktor 10 kleiner. Hiermit sind die Atomabmessungen weit unterschritten, so daß man sagen kann, daß dem Auflösungsvermögen des Elektronenmikroskops praktisch keine Schranken gesetzt sind. Da nun organische Stoffe nicht selber Elektronen aussenden, muß man sie bestrahlen oder durchstrahlen. Bei dem Durchstrahlungsverfahren sind zwei Schwierigkeiten zu überwinden: Einmal muß das Präparat dünn genug sein, um genügend



G Gegenstand *L* Linse *M* magnetische Linse
B Blende *LB* Lichtbild *EB* Elektronenbild

Abb. 7. Versuchsanordnung zur Umwandlung von Lichtbildern in Elektronenbilder.

viel Elektronen hindurchzulassen, sodann muß für genügende Wärmeabfuhr gesorgt werden, damit es nicht unter dem Einfluß der Elektronenbeschießung verdampft. Beide Schwierigkeiten lassen sich, wie L. Marton (Universität Brüssel) gezeigt hat, überwinden, indem man den Stoff nach einem den Biologen lange bekannten Verfahren mit Osmium tränkt. Dadurch lassen sich genügend dünne und gleichzeitig widerstandsfähige und wärmeableitende Präparate herstellen. Marton konnte mit diesem Verfahren bereits verschiedene Substanzen, wie Algen usw., untersuchen. Allerdings sind bei diesen Aufnahmen noch keine sehr hohen Vergrößerungen erzielt worden, doch ist zu hoffen, daß man, nachdem einmal die grundsätzliche Möglichkeit der Untersuchung biologischer Substanzen gezeigt ist, mit Hilfe dieses Verfahrens später zu einem brauchbaren Mikroskop gelangen kann.

Wenn wir auch soeben das grundsätzlich höhere Auflösungsvermögen des Elektronenmikroskops betonten, so ist dazu zu sagen, daß vorläufig die Auflösungsgrenze des Lichtmikroskops gerade erst erreicht ist, wie von E. Ruska (T. H. Berlin) gezeigt wurde[7]). Es hat jedoch den Anschein, als ob die bisher untersuchten Objekte nicht genügend Feinheiten aufweisen, um die hohen Vergrößerungen (bis 12 000fach) zu rechtfertigen. So sehen wir in dem Elektronenmikroskop ein Gerät, das zwar grundsätzlich einer höheren Leistung fähig ist als das Lichtmikroskop, das aber erst noch einen weiten Entwicklungsweg bis zu diesem Ziel zurückzulegen hat. —

Bei der Bildübertragung beim Fernsehen ist man vielfach davon abgegangen, die Zerlegung des Bildes auf optischem Wege vorzunehmen. Man projiziert vielmehr nach dem Vorgehen von P. T. Farnsworth (Television Laboratory, V. S. Amerika) das Lichtbild auf eine photoelektrische Schicht und bringt der Schicht gegenüber eine Metallplatte an[8]). An diese Metallplatte legt man ein hohes Potential, um den aus der Photoschicht ausgesandten Elektronen möglichst große Beschleunigung zu erteilen. Würden die Elektronen alle senkrecht aus der Schicht austreten, so könnte man auf der Platte ein einwandfreies Elektronenbild des auf die Photoschicht geworfenen Lichtbildes erhalten, da ja der an jedem Punkt der Schicht ausgelöste Elektronenstrom proportional der auffallenden Lichtmenge ist. Da die Elektronen aber, wenn auch nur mit kleiner Anfangsgeschwindigkeit, unter allen Winkeln aus der Schicht austreten, wird das Bild eines Punktes immer verschmiert sein, natürlich um so weniger, je größer die Beschleunigungsspannung ist, die zwischen der Schicht und der Platte liegt. Mit Hilfe zweier elektrischer oder magnetischer Ablenkvorrichtungen läßt man dieses (verwaschene) Elektronenbild an einer Öffnung in der Platte hin- und hergleiten und tastet damit reihenweise die durch die Bildhelligkeit geregelten Photoströme ab. Diese Ströme werden dann in bekannter Weise übertragen. Es bedarf keiner Erklärung, daß die Güte des abzutastenden Bildes wesentlich erhöht werden kann, wenn man zwischen Auffangplatte und Photoschicht nicht eine einfache Beschleunigungsspannung, sondern zwischen ihnen ein elektronenoptisches Abbildungssystem anbringt. Eine solche von W. Schaffernicht (AEG) verbesserte Anordnung gibt Abb. 7 wieder — die Buchstaben haben die unter der Abbildung angegebene Bedeutung —, bei der das Lichtbild mit Hilfe eines in der Abbildung nicht sichtbaren Prismas auf die Photoschicht geworfen wird und die Elektronen in derselben Richtung austreten, in der das Licht auffällt. Einen Beweis für die Güte dieser Abbildung liefert Abb. 8, in der ein Vergleich des Lichtbildes mit dem Elektronenbild gegeben ist.



Lichtbild



Elektronenbild

Abb. 8. Vergleich eines mit der Anordnung Abb. 7 erhaltenen Elektronenbildes mit dem Lichtbild.

Die zuletzt beschriebene Umwandlung eines Lichtstrahlenganges in einen Elektronenstrahlengang bietet den Vorteil, daß man nun für die Beeinflussung des Strahlenganges über alle die trägheitslos wirkenden Verfahren elektrischer oder magnetischer Ablenkung verfügen kann. So hat die Elektronenoptik, die zunächst aus rein wissenschaftlichen Beweggründen heraus entwickelt wurde, begründete Aussicht, auch hier neue technische Möglichkeiten zu erschließen.

Zusammenfassung.

Das Elektronenmikroskop beruht auf der Eigenschaft rotationssymmetrischer elektrischer und magnetischer Felder, auf Elektronen wie Linsen zu wirken. Das Elektronenmikroskop gestattet u. a., die Emission von Oxyd- und Azidkathoden zu beobachten und die Kristallstruktur aktivierter Kathoden zu untersuchen (Strukturumwandlungen). In der Entwicklung begriffen sind die Verfahren zur Untersuchung organischer Stoffe und zur Erreichung eines hohen Auflösungsvermögens. Beim Fernsehen wird die elektronenoptische Abbildung zur Umwandlung eines Lichtbildes in ein Elektronenbild benutzt.

[7]) B. von Borries u. E. Ruska weisen unter Bezugnahme auf eine noch unveröffentlichte Arbeit darauf hin [Z. VDI 79 (1935) S. 519], daß das Auflösungsvermögen des Lichtmikroskops überschritten sei.

[8]) Vgl. a. ETZ 54 (1933) S. 1244.

Der übliche Fäulnisschutz bei Tannen- und Fichtenmasten und das neue Osmoseverfahren.

Von Prof. K. Winnig, Berlin.

621. 315. 668. 1

Übersicht. Bei der Deckung des laufenden Bedarfs an Holzmasten wurde seit Aufgabe der Boucherie-Tränkung auf Tannen- und Fichtenstämme trotz ihrer guten Eignung im allgemeinen nur dann zurückgegriffen, wenn Kiefern nicht zur Verfügung standen, weil sich diese Holzart tränkungstechnisch am günstigsten verhielt. Es wird ein neues Verfahren beschrieben, das allen drei Holzarten eine verhältnismäßig große Menge an wirksamen Salzen bei guter Verteilung im Stammquerschnitt einzuverleiben ermöglicht.

Beim Bau elektrischer Leitungsnetze spielt das Holz in Form von Masten nicht nur in den Fernmeldelinien, sondern auch in den Starkstromlinien eine nicht zu unterschätzende Rolle. Trotz weitgehender Verkabelung der Fernsprechleitungen stehen in den Linien der DRP immer noch rd. 6,2 Mill Telegraphenstangen. In Deutschland werden insgesamt etwa 15 Mill Maste stehen. Bei einer mittleren Gebrauchsdauer von 25 Jahren für die Telegraphenstangen[1]) und 15 bis 20 Jahren für die Starkstrommaste[2]) wird der jährliche Abgang durch Fäulnis und Larvenfraß etwa 725 000 Stangen betragen, deren Ersatz einschließlich des Lohnanteils schlecht gerechnet 15,4 Mill RM jährlich erfordert.

Es ist daher verständlich, wenn man zur Verringerung dieses Teiles der gesamten Unterhaltungskosten jeden Fortschritt in der Fäulnisbekämpfung begrüßt. Von den Verfahren, die zur Bekämpfung der Fäulnis bestimmt sind, wird von der DRP und auch wohl von den sonstiden Besitzern von Leitungsnetzen hauptsächlich die Teeröltränkung nach Rüping angewendet. Nach den 30jährigen Beobachtungen der DRP[1]) darf sie als das erfolgreichste Verfahren bezeichnet werden, allerdings unter der Voraussetzung, daß die zu tränkenden Hölzer völlig lufttrocken sind und daß die eingedrückte Teerölmenge auch ausreicht, den Splint in seiner ganzen Ausdehnung zu durchtränken. Andernfalls bleibt nämlich zwischen der getränkten Zone und dem Kern ein ölfreier Ring von Splintholz stehen, in den außerdem bei zu frisch getränkten Stangen noch alle Feuchtigkeit hineingepreßt wird. Dieser Teil wird gewöhnlich, wie Abb. 1 zeigt, frühzeitig von der Fäulnis ergriffen, und in kurzer Zeit ist dann auch vom Kern nicht mehr viel übrig, so daß die Maste sich in Röhren verwandelt haben und der nächsten stärkeren Beanspruchung erliegen. Indessen können sich derartige Mängel durch sorgfältige Überwachung des Tränkungsverlaufs abstellen lassen. Leider ist die Anwendung der Teeröltränkung, wie alle Kesseldruckverfahren, auf Kiefern- und Lärchenmaste beschränkt, da Fichten- und Tannenholz wegen des Fehlens oder der Verkümmerung der Markstrahlen eine zu geringe Durchlässigkeit in radialer Richtung besitzt, und es, bis jetzt wenigstens, noch nicht gelungen ist, solchen Masten die nötige Menge Teeröl einzuverleiben[3]). Da aber diese beiden Nadelholzarten einerseits wegen ihres Wuchses, ihrer Festigkeitseigenschaften und ihrer Haltbarkeit als Maste durchaus zu gebrauchen sind, und anderseits in großen Teilen Deutschlands Kiefer und Lärche kaum oder doch nicht in ausreichender Menge zu haben sind, so ist man gezwungen, bei der Mastenbeschaffung auch auf Tanne und Fichte zurückzugreifen.

Da sich die Fichten- und Tannenmaste der Kesseltränkung verschließen, so werden sie in der Hauptsache einer Oberflächenbehandlung unterzogen, bei der durch mehrtägiges Einlegen in eine Tränklauge (Kyanisieren) in den äußeren Schichten eine Ablagerung von Giftstoffen angestrebt wird. Die Flüssigkeitsaufnahme beruht hier ausschließlich auf dem Saugvermögen des trockenen Holzes. Als fäulniswidriges Mittel wird seit Jahrzehnten mit gutem Erfolge das Quecksilbersublimat entweder rein oder seit dem Kriege auch in Verbindung mit Fluornatrium oder Salzen benutzt, die auf der Grundlage von Fluornatrium und nitrierten Phenolen u. a. verschieden zusammengesetzt sind.

Von diesen Salzgemischen haben für die DRP besonders die arsenhaltigen eine Bedeutung, weil diese bisher das einzige Mittel sind, das eine bemerkenswerte Wirkung gegenüber den Bockkäferlarven gezeigt hat, deren Freßtätigkeit jährlich rd. 8000 Telegraphenstangen oder 4 % des Stangenausfalls zum Opfer fallen.

Das früher von der DRP im großen angewendete, für Fichten und Tannen gut geeignete Saftverdrängungsverfahren nach Boucherie unter Verwendung von Kupfersulfatlösung, das im übrigen eine Zeitlang unverdientermaßen in den Ruf ungenügender Wirkung gekommen war, ist zu Anfang dieses Jahrhunderts hauptsächlich deshalb aufgegeben worden, weil es immer schwieriger wurde, die zum ungestörten Durchführen des Betriebes der reichseigenen Boucherie-Anstalten erforderlichen saftfrischen Stangen in entsprechenden Mengen und zu den bestimmten Zeiten zu erhalten. Ob es möglich sein wird, die Lösung eines der erwähnten arsenhaltigen Salzgemische in annähernd den gleichen Mischungsverhältnissen, wie sie in dem trockenen Salze enthalten sind, in das Holz einzuführen, im besonderen, ob das Dinitrophenol auch bis zum Zopfende den Stamm durchläuft und nicht schon in dem unteren Teile von der Holzfaser vollständig zurückgehalten wird, soll in diesem Sommer durch einen größeren Versuch festgestellt werden.

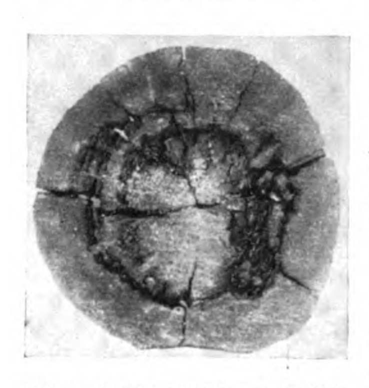


Abb. 1. Durch Lentinus zerstörte Holzschicht hinter der getränkten Zone eines scheinbar gesunden Teerölmastes.

Alle Schwierigkeiten, die mit dem Verfahren selbst und mit dem Einbringen der Lösung verknüpft sind, scheinen mir bei dem neuen Osmoseverfahren beseitigt zu sein, bei dem zur Einverleibung der wirksamen Stoffe die physikalischen Gesetze des osmotischen Druckes und der Diffusion nutzbar gemacht werden.

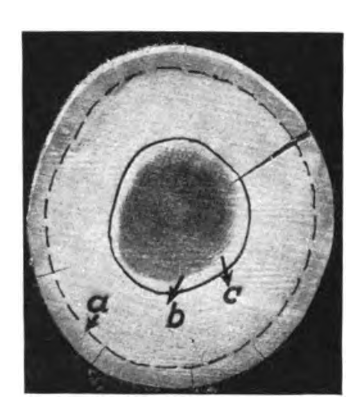
Die Zellwände des saftfrischen Holzes sind nämlich als halbdurchlässige Scheidewand im Sinne der Theorie des osmotischen Druckes anzusehen, während der von ihnen eingeschlossene Zellsaft eine Salzlösung von geringerer Konzentration (nämlich praktisch von der Konzentration Null) darstellt. Bringt man auf eine entrindete bastfreie Stelle einen kristalloiden Körper in hoher Konzentration, etwa in Form einer Paste, so sind die Bedingungen für die Entstehung des osmotischen Druckes gegeben, unter dessen Wirkung sich das Konzentrationsgefälle auszugleichen bestrebt ist, was sich dadurch zu erkennen gibt, daß die Baumsäfte den Weg zu der Paste, die die Oberfläche des Holzes bedeckt, nehmen. Es tritt demzufolge, wie man sich durch einen mit einfachsten Mitteln angestellten Versuch leicht überzeugen kann, das Wasser aus dem Holze heraus und würde zum größten Teile abfließen, nachdem es etwas von dem kristalloiden Körper gelöst hat. Wir hätten hier dieselbe Erscheinung, wie sie beispielsweise auch bei einer mit Salz bestreuten Rettigscheibe auftritt. Damit aber im Gegensatz hierzu der austretende Saft beim Osmoseverfahren nicht auch nutzlos abfließt, wodurch die Wirkung erheblich beeinträchtigt würde, ist der Paste eine kleine Menge eines kolloiden Körpers (etwa 5 %) zugesetzt worden. Der mit den Salzbestandteilen angereicherte Saft gelangt dann durch Diffusion und Kapillarwirkung wieder in die tieferen Schichten des Holzes zurück, wo er den Zellen mit geringerer Konzentration die Flüssigkeit entzieht, um den Ausgleich herbeizuführen. Der Vorgang wiederholt sich, solange noch Flüssigkeit im Holze und Paste auf dem Holze vorhanden ist. So kommt es, daß mit der Zeit

[1]) Arch. Post Telegr. (1934) S. 7.

[2]) Der Unterschied erklärt sich in der Hauptsache aus der Verschiedenartigkeit der Stangenbewirtschaftung.

[3]) Allerdings sind auch in dieser Beziehung schon vielversprechende Versuche angestellt worden, über die ich aber noch nicht aus eigener Erfahrung urteilen kann.

durch die Wechselwirkung von osmotischem Druck und Diffusion das auf die Oberfläche des frischen Holzes aufgestrichene Salz bei genauer Beachtung der gegebenen Vorschriften völlig in das Holz einzieht. Wie dieser Transport von der Oberfläche in das Innere im einzelnen zustandekommt, ist bisher noch nicht restlos erforscht, wie denn auch sonst noch manche unerwartete, aber bemerkenswerte Erscheinungen bei der Beobachtung des Verfahrens auftreten. Nach dem oben Gesagten ist es klar, daß die Einwanderungstiefe der Salzmoleküle von dem Vorhandensein einer gewissen Menge Wasser abhängt, deren untere Grenze bei Nadelhölzern etwa bei 20 bis 30 % liegen dürfte. Da nun der Feuchtigkeitsgehalt nach dem Innern des Stammes hin allmählich abnimmt, so müßte die Zone, wo die 20 % unterschritten werden, auch die Grenze für die Imprägnierungstiefe bilden. Trägt man aber dafür Sorge, daß die Verdunstung an der Oberfläche gehemmt wird, so wandern die Wasser- und Salzmoleküle von der stark gesättigten Außenzone immer weiter nach der Stammitte zu und durchdringen bei genügend langer Zeit auch solche Teile des Stammes, die beim lebenden Baume nicht mehr an der Saftleitung beteiligt waren und daher ohne Eigenfeuchtigkeit sind. Auf diese Weise läßt sich z. B. bei Kiefer sogar der Kern, der bei den üblichen Tränkungsverfahren keine Flüssigkeit annimmt, mehr oder weniger tief imprägnieren (Abb. 2).



a Dinitrophenolzone *b* Fluornatriumzone *c* Kerngrenze

Abb. 2. Osmotierte Kiefer.

Beim Osmoseverfahren werden keine neuen, in ihrer Wirkung noch nicht genügend erprobten Tränkungsmittel benutzt. Grundsätzlich sind alle wasserlöslichen Salze verwendbar, wenn sie durch Beigabe von etwa 5 % des erwähnten kolloidalen Stoffes in die für den Gebrauch notwendige Pastenform gebracht werden. Auf diese Weise kann man die Hölzer mit Kupfersulfat und selbst mit Quecksilbersublimat behandeln. Für gewöhnlich wird indessen eine unter der Handelsbezeichnung Osmolit vertriebene Salzmischung empfohlen, die aus 85 % Fluornatrium, 10 % Dinitrophenolanilin und 5 % kolloidalen Zusätzen besteht. Sie gleicht also in ihrer Zusammensetzung dem bekannten Basilit. Neuerdings wird dem Gemisch noch eine bestimmte Menge von Natriumbichromat zugesetzt. Dieses würde für sich allein durch die reduzierend wirkenden Bestandteile des Holzes allmählich in Chromoxydhydrat umgewandelt werden. In Gegenwart von Fluornatrium bildet sich indessen, bevor die Oxydationsstufe erreicht wird, ein Chromnatriumfluorid, auch Chromkryolith genannt, das eine geringe Wasserlöslichkeit besitzt und daher dem Auslaugen einen größeren Widerstand als das reine Fluornatrium entgegensetzt, ohne daß die pilzwidrige Kraft herabgesetzt wird. Wegen dieser Unauslaugbarkeit wird den Namen der chromhaltigen Gemische ein U beigesetzt (z. B. Osmolit, Basilit U usw.). Der Übergang der ursprünglichen Holzfarbe in einen grünlichen Ton zeigt an, daß die erwähnte Umsetzung im Holze stattgefunden hat.

Das für die Behandlung der von der DRP in Auftrag gegebenen Stangen vorgeschriebene arsenhaltige Salzgemisch hat die Zusammensetzung: 27,5 % Fluornatrium, 37,5 % Kaliumbichromat, 25,0 % Natriumarseniat und 10,0 % Dinitrophenol. Es ist unter den Handelsbezeichnungen Thanalith U und Basilit UA bekannt. Durch Beigabe der 5 % kolloidaler Stoffe in die für das Osmoseverfahren geeignete Form gebracht, wird es als Osmolit U Arsen bezeichnet. Auch bei diesem Salze tritt die genannte Umsetzung und Bildung von Chromkryolith in Verbindung mit einer schönen patinagrünen Farbe ein.

Die Ausübung des Osmoseverfahrens setzt, wie erwähnt, keinerlei Einrichtungen voraus und kann ungelernten Arbeitern übertragen werden. Die Stämme werden nach dem Ablängen und Zuschneiden des Zopfendes weiß geschält. Die so zugerichteten Stangen gelangen vom Schälbock zu den Osmotierern, die sie unverzüglich mit einer Auftragbürste gleichmäßig mit Osmosepaste streichen. Die Dicke des Auftrags entspricht etwa der eines gut deckenden Ölfarbenanstrichs. Nach dem Anstreichen werden die Hölzer gestapelt, und zwar am besten in Dreiecksform, damit nach der Abdeckung das Regenwasser von den Stapeln gut ablaufen kann und sich keine Wassersäcke bilden. Die fertigen Stapel sind, damit die Stangen nicht zu lange der Sonnenbestrahlung oder überhaupt dem Luftzug ausgesetzt sind, unverzüglich mit wasserdichtem Papier in der Stapelrichtung mit handbreiter Überlappung zu bedecken. Auf die Schnittflächen am Stamm- und Zopfende trägt man zwecks Verhütung der Verdunstung der Holzfeuchtigung einen wasserdichten Anstrich (Teer) auf. Man hat dann die beste Gewähr, daß die so behandelten Stapel die Feuchtigkeit so lange wie möglich behalten und das Imprägniermittel infolge der verlangsamten Osmose- und Diffusionswirkung eine breite Zone des Querschnitts durchzieht[4]).

Nach Verlauf von 3 bis 4 Monaten ist das aufgetragene Salz vollständig von dem Holze aufgenommen. Damit hat die Imprägnierung ihr Ende gefunden. Der zeitliche Aufnahmeverlauf für Osmolit U und Osmolit U Arsen entspricht etwa der Darstellung in Abb. 3. Man ersieht, daß nach Verlauf von etwa 100 Tagen ein nennenswertes Ansteigen der Kurve für die Eindringtiefe nicht mehr zu erwarten ist.

Vergleicht man das Osmoseverfahren mit den bisher angewendeten Verfahren, so wird man verschiedene Vorzüge finden.

Vor allem ist seine Einfachheit hervorzuheben. Es bedarf keiner Gebäude mit kostspieligen Kessel- und sonstigen Anlagen; ja nicht einmal die einfachen Turmgerüste und Verteilungsröhren der mit hydrostatischem Drucke arbeitenden Boucherie-Anstalten sind nötig; es kann daher an jeder Stelle, wo die Stangen anfallen, ausgeführt werden. Von wesentlicher Bedeutung scheint mir folgender Punkt zu sein: Da die Behandlung gleich nach dem Fällen des Holzes vorgenommen wird, kann weder Waldbefall noch Lagerfäule eintreten, die bei vielen Kyan- und Rüping-Masten die Ursache vorzeitigen Abgangs bildet.

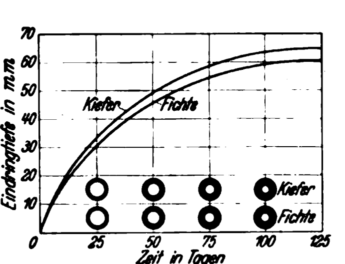


Abb. 3. Aufnahmeverlauf beim Osmotieren.

Wenn die osmotierten Stangen erst nach ihrer völligen Austrocknung, durch die sie einen Gewichtsverlust bis zu 30 % erfahren, aus dem Walde abgefahren werden, verbilligen sich auch die Frachtkosten.

Da der Saftgehalt der Nadelhölzer im Verlaufe des Jahres nur wenig (höchstens um 10 %) schwankt, so ist die Ausführung des Osmoseverfahrens eigentlich von der Jahreszeit unabhängig. Vorzuziehen sind im allgemeinen die Monate vom zeitigen Frühjahr bis zum Spätherbst.

Der Vollständigkeit halber will ich noch erwähnen, daß das Verfahren mit geringen Änderungen auch für Bauholz (Balken, Bretter), Pflasterklötze, Hopfenstangen, Rebpfähle usw. angewendet werden kann.

Über die Lebensdauer der Osmosestangen läßt sich jetzt natürlich noch nichts bestimmtes aussagen, weil das Verfahren erst in den Jahren 1933/34 in größerem Umfange angewendet worden ist.

Zusammenfassung.

Es wird gezeigt, daß das Osmoseverfahren den zur Zeit angewendeten Tränkungsverfahren, soweit Salzlösungen dabei benutzt werden, nicht nachsteht, daß es auch bei den der Kesseltränkung nicht zugänglichen Tannen- und Fichtenmasten eine gute Wirkung ausübt und daß es wegen seiner Einfachheit auch im Eigenbetriebe der Überlandwerke usw. mit bestem Erfolge ausgeführt werden kann.

[4]) Eine ausführliche Beschreibung des Verfahrens ist im Arch. Post Telegr. (1935) S. 157 enthalten.

Isolierölpflege im Großkraftwerk.

Von F. L. Hana, Zschornewitz.

621. 315. 615. 2. 004. 5

Übersicht. Eine möglichst weitgehende Förderung der Ölpflege liegt sowohl im Interesse der Volkswirtschaft als auch in dem der Einzelbetriebe. Im folgenden werden deshalb einige noch nicht bekannte Beobachtungen und Verbesserungen auf dem Gebiet der Öluntersuchung, der Ölpflege und der Ausbildung der Ölschutzeinrichtungen in den Apparaten mitgeteilt.

Einleitung.

Wenn im folgenden u. a. Betriebszahlen aus dem Großkraftwerk Zschornewitz bekanntgegeben werden, so darf nicht daraus gefolgert werden, daß dieselben Werte von anderen Betrieben unbedingt erreicht werden können. Es handelt sich um Zahlen und Beobachtungen, die an großen Einheiten gewonnen wurden (22 000- bis 50 000 kVA-Transformatoren). Maschinen solcher Leistungen sind spezifisch weniger beansprucht als kleinere Einheiten, sie erwärmen sich infolgedessen weniger und haben alle Ölschutzeinrichtungen zur Vermeidung unnötiger Oxydation des Öles. Die Angaben sollen jedoch zeigen, was man bei Voraussetzung günstigster Lebensbedingungen von einem erstklassigen Öl erwarten kann, die gewonnenen Werte können als Grenzbestwerte betrachtet werden, die zu erreichen auch kleinere Betriebe anstreben sollen.

Zur Untersuchung der Isolieröle.

Für Transformatoren und Schalter wird ganz allgemein dasselbe Öl verwendet. Die von diesem geforderten Eigenschaften sind vom VDE festgelegt. Die Untersuchungsverfahren und die Betriebsanweisungen sind ausführlich im Schrifttum beschrieben[1]). Es sollen deshalb hier nur zum Ausbau der Untersuchungsverfahren in Kürze einige Anregungen gegeben werden:

1. Die Neutralisationszahl (Nz) und Verseifungszahl (Vz) können an ein und derselben Probe unmittelbar hintereinander bestimmt werden, wodurch die Untersuchungszeit beträchtlich abgekürzt wird.
2. Außer der Verteerungszahl (70 h bei 120 ° mit O_2) sollte auch bei kürzerer Erhitzungsdauer (etwa 40 h) unter sonst gleichen Bedingungen die Verteerungszahl bestimmt werden, ebenso die Teerzahl im nicht beanspruchten Öl. Durch Auftragung dieser drei Werte in einem Koordinatensystem erhält man eine Kurve, die jedenfalls mehr Aufschluß über das gesuchte Verteerungsvermögen gibt als ein einzelner Wert. Da die oxydative Erhitzung mit mehreren Proben gleichzeitig vorgenommen werden kann, bedeutet dies keinen großen Mehraufwand an Zeit.
3. Es wurde wiederholt beobachtet, daß bei einem Öl mit niedriger Durchschlagfestigkeit (wobei feste Verunreinigungen ausgeschlossen waren) die Spratzprobe negativ ausfiel. Es ergibt sich daraus, daß eine niedrige Durchschlagfestigkeit geringe Spuren von Feuchtigkeit sicherer anzeigt als die Spratzprobe.
4. Nach unseren Erfahrungen haben sich Pilzkühler nicht bewährt. Vergleichende Bestimmungen mit einem Rohrkühler mit Schliff ergaben bei der Verseifungszahlbestimmung Verluste bis zu 0,5 cm³ n/10-Kalilauge bei Pilzkühleranwendung.
5. Jahrelang ausgeführte Vergleichsprüfungen haben schließlich gezeigt, daß die Übereinstimmung der Flammpunktsbestimmungen im geschlossenen Pensky-Martens-Apparat bedeutend besser ist als die der im offenen Tiegel ausgeführten.

Vorbereitung von Transformator und Öl.

Vor der Inbetriebnahme eines neuen oder überholten Transformators ist es bekanntlich unbedingt nötig, sämtliche Innenteile möglichst vollkommen zu trocknen, wobei die Anwendung von Wärme leider nicht umgangen werden kann. Man trocknet die Transformatorkerne am besten in einer besonderen, unter einem genügenden Vakuum stehenden druckfesten Kammer, die mindestens bis auf die diesem Vakuum entsprechende Verdampfungstemperatur des Wassers erwärmt wird. Bei genügend versteiftem Transformatorgehäuse kann auch dieses als druckfeste Kammer benutzt werden.

Das Öl kann vorteilhaft nach einem geschützten Verfahren getrocknet werden, wobei es nach geringer Erwärmung durch eine Düse im luftverdünnten Raum zersprüht wird[2]). Der Wasserdampf wird gleichzeitig durch die Vakuumpumpe abgesaugt.

Eine einwandfreie Trocknung des Öles ohne jede Anwendung von Wärme wird erreicht, wenn man das Öl mit etwa 2 bis 3 % einer deutschen Bleicherde vermischt und nach dem Absetzen durch eine mit gehärteten Filterkartons ausgestattete Filterpresse drückt. Die Durchschlagfestigkeit steigt hierbei über 200 kV/cm an. Wo ein Trocknen von Isolieröl an der Luft unter Anwendung von Wärme nicht zu umgehen ist, muß die Überschreitung einer Temperatur von 70 ° unbedingt vermieden werden.

Probenahme.

Eine jährlich einmalige Probenahme und Untersuchung hat sich für die chemische Überwachung der Betriebsöle als ausreichend erwiesen. Die Proben auf Durchschlagfestigkeit werden jedoch monatlich einmal genommen. Sämtliche Proben werden vorschriftsmäßig durch das Schlammablaßventil abgezogen. Die Flaschen für die Proben auf Durchschlagfestigkeit müssen besonders sorgfältig gereinigt und in einem Trockenschrank bei 110 ° getrocknet sein. Sie sind sorgfältig verschlossen zu halten und vor der Probenahme zweimal mit dem abfließenden Öl auszuspülen. Es ist darauf zu achten, daß die Räume, in denen die Probenahme und die Prüfung stattfinden soll, keine mit Feuchtigkeit gesättigte Luft enthalten und während dieser Tätigkeit von der Außenluft möglichst abgeschlossen gehalten werden. Wenn das Ergebnis der Prüfung eine niedrige Durchschlagfestigkeit anzeigt, ist die Prüfung mit immer neu gezogenen Proben so lange zu wiederholen, bis unter Berücksichtigung der zugelassenen Toleranz zwei übereinstimmende Werte erhalten werden.

Bei den übrigen Proben wird durch besonderes Auffangen der ersten Ölmenge festgestellt, ob abgesetzter Schlamm oder Wasser vorhanden ist, und dies vom Probenehmer vermerkt. Nach dem Ablaufenlassen einer entsprechenden Ölmenge wird die eigentliche Probe entnommen. Wenn in dieser Probe schwebender Schlamm vorhanden ist, der sich durch eine auch beim Erwärmen nicht verschwindende Trübung anzeigt, so kann man dies für den ganzen Inhalt des Transformators oder Schalters annehmen. In diesem Falle ist der Ölinhalt im allgemeinen reif zu sorgfältiger Regenerierung.

Die Ölpumpe sowie die Ablaufölmengen werden gesammelt und durch einfaches Mischen mit Bleicherde und Filtrieren wieder vollwertig gemacht.

Isolierölverbrauch und Schlammbildung.

In Zschornewitz betrug der jährliche Verbrauch an Isolieröl vor dem Einbau einer Regenerierung rd. 5 %. Seit der vor neun Jahren erfolgten Inbetriebnahme einer Regenerieranlage ist der Verbrauch auf rd. 1 % zurückgegangen. Der Verbrauch rührt hier aber nicht aus übermäßiger Alterung her, denn eine solche tritt bei sachgemäßer Überwachung und Betrieb bei hochwertigem Isolieröl innerhalb der ersten zehn Lebensjahre des Öles nicht auf. Der Ölverbrauch ist im wesentlichen auf mechanische Verluste bei gelegentlichen Überholungen der Transformatoren und Schalter zurückzuführen, wobei das Öl nach Bedarf einer gleichzeitigen Trocknung oder Regenerierung unterworfen wird.

In unseren Großtransformatoren ist seit 1924 Schlamm auch in Spuren nicht mehr nachweisbar, in den kleinen Netztransformatoren nur in vereinzelten Fällen. Aus zahlreichen Beobachtungen geht hervor, daß die Aufbesserung des Öles durch das Nachfüllöl oft beträchtlicher ist als die Alterung. Hierzu vgl. Abb. 1.

[1]) Ölbewirtschaftung, herausgegeben von der Vereinigung der Elektr.-Werke e. V. Berlin 1930.

[2]) AEG-Mitt. H. 1 u. 4 (1933) S. 26 u. 148.



Regenerieren von Isolieröl.

Im obigen Betrieb wird fast nur Isolieröl regeneriert. Eine Notwendigkeit zur Regenerierung von Turbinenöl hat sich noch nicht ergeben. Es wird meist nach dem Schwefelsäure-Kalk-Bleicherde-Verfahren[3]) gearbeitet.

Die gesamten Kosten der Regenerierung (einschl. Löhnen, Amortisation, Hilfsstoffen, Dampf usw.) betrugen je nach dem Alterungsgrad des Öles in neun Betriebsjahren 8 bis 12 Pf/kg Öl, die Ölverluste rd. 5 bis 10 %. Das Regenerat ist dem Neuöl völlig gleichwertig, wie aus dem Schaulinienbild Abb. 1 hervorgeht.

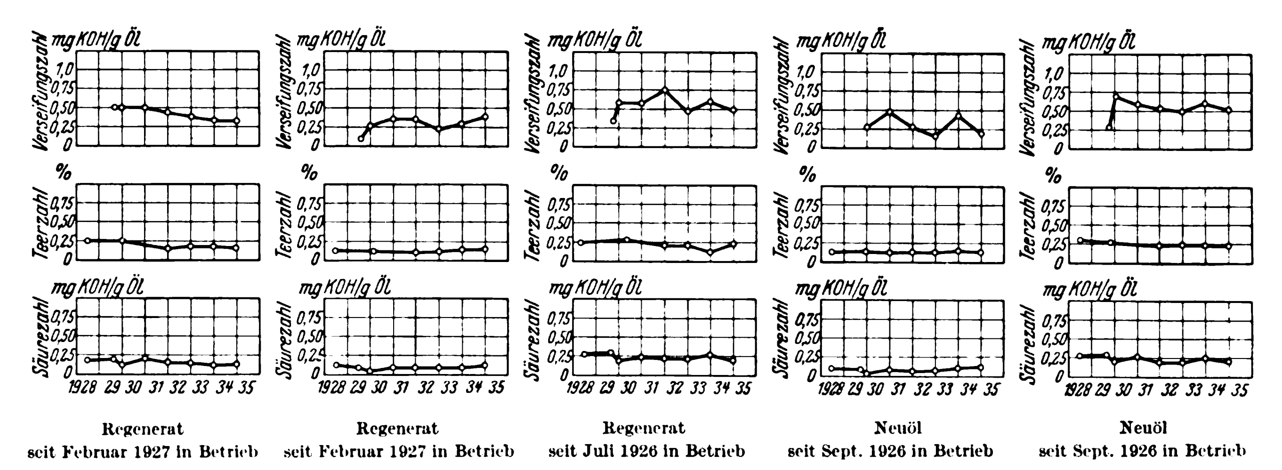


Abb. 1. Ergebnisse der laufenden Ölüberwachung an Regenerat und Neuöl.

Mischbarkeit.

Wir verwenden ein amerikanisches und ein russisches Isolieröl. Diese Öle werden seit Jahren nach Bedarf gemischt, ohne daß im Laboratoriumsversuch oder im Betriebe jemals eine Schlammbildung aufgetreten wäre. Wenn möglich, vermeide man jedoch Mischungen von Ölen verschiedener Herkunft. Sind diese nicht vermeidbar, so muß unbedingt vorher mit der Mischung ein Alterungsversuch, etwa in Form eines der üblichen Schnelloxydationsverfahren, ausgeführt werden[4]). Bildet sich hierbei weder Schlamm noch eine beträchtlich höhere Neutralisationszahl, Verseifungszahl oder Verteerungszahl als in den ungemischten Ölen bei gleicher Vorbehandlung, so kann die Mischung unbedenklich im Betrieb ausgeführt und verwendet werden. Aus der bloßen Mischbarkeit zweier Öle ohne Schlammbildung kann auf ein einwandfreies Verhalten der Mischung im Betrieb auf keinen Fall geschlossen werden.

Ein wesentlicher Einfluß der Herkunft eines Öles auf sein Verhalten im Betriebe ließ sich nicht beobachten. Nach unseren Beobachtungen an Isolierölen verschiedenster Herkunft ist sie bestimmt kein Eignungsmerkmal. Voraussetzung ist, daß das Öl sorgfältig raffiniert wurde und den Bedingungen des VDE entspricht.

Ölschutzeinrichtungen.

Die Transformatoren werden in der Regel mit einem Ölausdehnungsgefäß gebaut, das eine schwimmende Schutzdecke gegen die Berührung mit Luft enthält. Außerdem wird das in den Transformator zurückkehrende kalte Öl oft noch durch eine Leitung oder waagerechte Sperrwände so geführt, daß es unmittelbar zu den zu kühlenden Wicklungen gelangt. Man ist ferner bestrebt, Lacke, Harz und harzgetränkte Massen möglichst ganz zu vermeiden, nachdem deren Einwirkung auf das Öl erkannt wurde. So verwendet der deutsche Transformatorenbau in jüngster Zeit als Isolierstoff für die Wicklungen säurefreies Manilapapier ohne jede Imprägnierung.

Bei Ölschaltern werden neuerdings in den Kontakten und auch in der Löschkammer Durchströmkanäle vorgesehen, um dort eine bessere Mischung des Öles herbeizuführen und um den bei Betätigung des Schalters in der Löschkammer entstehenden Überdruck raschest unschädlich zu machen.

[3]) Elektr.-Wirtsch. 25 (1926) S. 261, 26 (1927) S. 321, 27 (1928) S. 206.
[4]) Vgl. etwa ETZ 55 (1934) S. 1269 und frühere Jahrgänge.

Schalteröl.

Dieses altert unter normalen Verhältnissen praktisch überhaupt nicht, es wurde sogar wiederholt beobachtet, daß die durch Lichtbogenbildung entstehende Ölkohle eine beträchtliche Aufbesserung des Öles herbeiführt. Da diese Ölkohle eine stark aktive Oberfläche besitzt, ist diese Erscheinung ohne weiteres verständlich. Wenn Schalteröl durch Ölkohle dunkelgefärbt wurde, genügt wie oben ein Mischen mit 2 % Bleicherde und Filtrieren, wodurch auch die Durchschlagfestigkeit erhöht wird. In vielen Fällen genügt zur Abscheidung der Ölkohle eine einfache Filtration durch eine Filterpresse mit gehärteten Filterkartons.

Zusammenfassung.

In vorstehender Arbeit werden einige praktische Erfahrungen aus dem Großkraftwerk Zschornewitz gebracht. Den Betriebsmann dürfte besonders interessieren, daß Isolieröle ausgewechselt und regeneriert werden, wenn Schlamm in der Probe beobachtet wird, daß sich diese Öle ohne Anwendung von Wärme durch Mischen mit Bleicherde und Filtrieren einwandfrei trocknen lassen und daß der Ölverbrauch durch den Einbau einer Regenerieranlage von 5 % auf rd. 1 % im Jahr zurückging. Ein Schaulinienbild beweist schließlich, daß Regenerate, sachgemäß hergestellt, ebenso stabil sind wie Neuöle.

Die ionisierende Wirkung von Meteoren.

537. 56

Neuere experimentelle Arbeiten von Frische und anderen leiten zu der Auffassung, daß das Eindringen von Meteoren in die Erdatmosphäre Ionisierung erzeugt[1]). Die Bahn von Meteoren bleibt oft minutenlang leuchtend, und zwar handelt es sich dabei eigentümlicherweise stets um den Teil der Bahn, der in der sogenannten E-Region verläuft, in welcher ein erstes Ionenmaximum auftritt. Es scheint, als ob ein gewisser Teil der Fadings auf der durch die ungleichmäßige Ionisation hervorgerufenen verschiedenen Reflexion beruhte. Versuche von Schafer und Goodall haben ergeben, daß zu Zeiten erhöhter Meteortätigkeit in der E-Region erhöhte Ionisierung zu beobachten ist. Während des Leonidenschwarms Nov. 1932 ließen sich sogar plötzliche Zunahmen feststellen, während jeweils besonders leuchtende Sternschnuppen vorbeizogen. Unter der Annahme, daß die gesamte Meteorenergie zur Ionisierung des leuchtenden Bahnstreifens verbraucht wird, läßt sich die Mindestmasse des hellsten Meteors zu etwa 0,3 g berechnen. Die geschätzte Helligkeit war dabei — 1. Aus der Geschwindigkeit der Ionisierungsabnahme nach einem Meteordurchgang läßt sich mit einiger Näherung der Wiedervereinigungskoeffizient in der E-Region zu etwa $0{,}2 \cdot 10^{-8}$ cm³/s berechnen. Von den 10^{13} Molekülen je cm³ in der Höhe der E-Region sind übrigens nur etwa 10^6 ionisiert. Dieser geringe Teil genügt bereits zur Erzeugung der bekannten Reflexionserscheinungen. *Kur.*

[1]) Skellett, Proc. Inst. Rad. Engr. 23 (1935) S. 133.



Schaltung und Steuerung der unmittelbaren Umrichter.

Von K. Kettner und G. Reinhardt, Berlin.

(Schluß von S. 832.)

621. 314. 27

II. Steuerung der Umrichter[5]).

In ihrer grundsätzlichen Arbeitsweise sind alle unmittelbaren Umrichter, d. h. solche, die ohne Zwischenkreis Wechselstrom einer Frequenz in Wechselstrom anderer Frequenz umformen, untereinander gleich. Es ist dabei unwesentlich, ob die Erzeugung der beiden Stromhalbwellen mit entgegengesetzt parallelen Entladungsgefäßen oder z. B. in nur einem Gefäß unter Verwendung eines Sekundärtransformators mit Mittelanzapfung erfolgt. Es ist ferner belanglos, ob die Sekundärspannung die Gestalt einer Trapezkurve hat, bei welcher die der Primärfrequenz entsprechende Oberwelle unter Umständen kompensiert wird, oder ob sie mit Hilfe abgestufter Spannungen oder durch verschiedene Aussteuerung der einzelnen Anodenspannungen gebildet wird. Dementsprechend sind auch die Bedingungen für die Gittersteuerung in allen Fällen die gleichen; lediglich der Steuerumrichter macht eine Ausnahme, weil bei ihm die Steuerung als zusätzliche Aufgabe die Veränderung der Amplituden durch Verschiebung der Zündzeiten übernehmen muß.

A. Steuerbedingungen. Eine elektrische Maschine ist bekanntlich in der Lage, als Generator oder als Motor zu arbeiten; sie kann von Natur aus Strom sowohl im Sinne als auch entgegen ihrer EMK führen und damit Energie in beiden Richtungen übertragen. Beim Umrichter dagegen sind wegen des Ventilcharakters der Entladungsgefäße zur Bildung beider Stromhalbwellen zwei Systeme erforderlich. Diese beiden Systeme erfüllen dann die gleichen Bedingungen wie eine Maschine, wenn sie unabhängig von der Richtung der von ihnen gemeinsam erzeugten Spannung in der Lage sind, Strom beliebiger Richtung zu führen. Es muß daher jedes System fähig sein, während der positiven (Gleichrichterbetrieb) und während der negativen Halbwelle (Wechselrichterbetrieb) seiner Spannung Strom zu führen. Dabei entspricht dem Stromfluß während der positiven Spannungshalbwelle ein Energiefluß vom Drehstrom- ins Einphasennetz. Der Umrichter arbeitet wie ein Gleichrichter. Fließt dagegen der Strom in der negativen Halbwelle der Einphasenspannung, so bedeutet das Umkehr der Energierichtung; wir haben es mit Wechselrichterbetrieb zu tun. Aufgabe der Gittersteuerung ist es, dafür zu sorgen, daß durch ordnungsmäßige Zusammenarbeit beider Systeme der Umrichter obigen Anforderungen entspricht. Grundsätzlich geht die Energieübertragung aus einem Netz höherer in ein anderes niederer Frequenz nach den Bedingungen des Gleichrichterbetriebes vor sich, während für den Energiefluß in umgekehrter Richtung die Bedingungen des Wechselrichterbetriebes eingehalten werden müssen[6]).

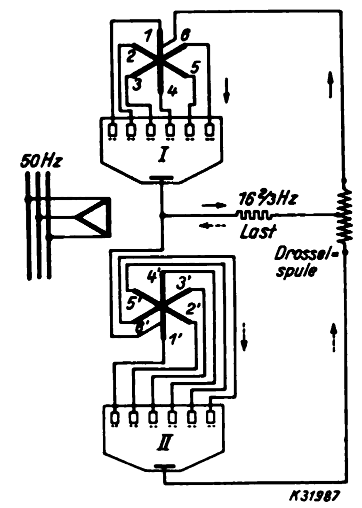


Abb. 16. Schaltung des Trapezkurven-Umrichters (entspricht Abb. 3).

Im folgenden soll nun im einzelnen der Steuerplan, der die Aufeinanderfolge der Steuerimpulse enthält, an einem Umrichter zur Umformung von 50periodigem Drehstrom in Einphasenstrom von 16⅔ Hz erläutert werden. Als Beispiel wird der Einfachheit und Übersichtlichkeit wegen der Trapezkurvenumrichter in der Grundschaltung mit unmittelbarer galvanischer Kopplung der beiden entgegengesetzt parallelen Systeme gewählt (Abb. 16). Gemäß dem Steuerplan nach Abb. 17 wird Gefäß *I* in der positiven Spannungshalbwelle nach den Bedingungen des Gleichrichterbetriebes, in der negativen nach denen des Wechselrichterbetriebes gesteuert; umgekehrt muß die Steuerung von Gefäß *II* für die andere Stromhalbwelle eingestellt sein. Bekanntlich muß die Ablösung der Anoden im Wechselrichterbetrieb um den Winkel α vor dem Schnittpunkt der Anodenspannungen eingeleitet werden, da bis dahin die Stromwendung und Entionisierung beendet sein muß. Wenn nun z. B. zur Zeit t_1 die Anode *2'* im Wechselrichterbetrieb zündet, ist Anode *1* im Gleichrichterbetrieb noch leitend. Die schraffierte Differenzspannung *P—Q* treibt dann einen Kurzschlußstrom von der Anode *1* des Systems *I* über Anode *2'* des Gefäßes *II* und die Drosselspule zu System *I* zurück. Diese Spannung *P—Q* im Kurzschlußkreis nimmt ab, bis sie im Schnittpunkt der beiden Anodenspannungen, in *S*, gleich Null wird. Sie kehrt darauf ihre Richtung um und hat zur Zeit t_3 die gleiche Größe wie in t_1, nur umgekehrte Polarität. Demgemäß steigt der von ihr getriebene Kurzschluß-

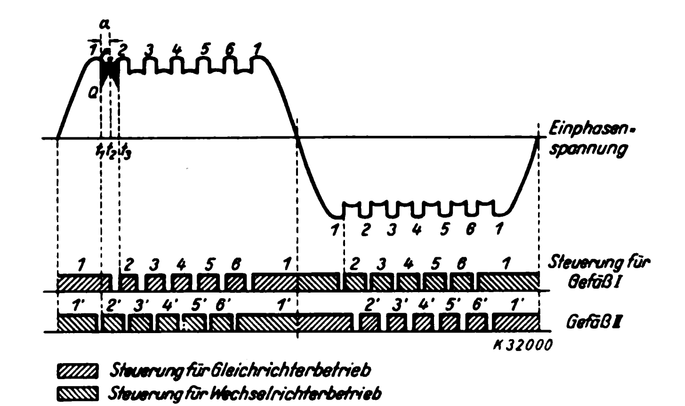


Abb. 17. Steuerplan des Trapezkurven-Umrichters.

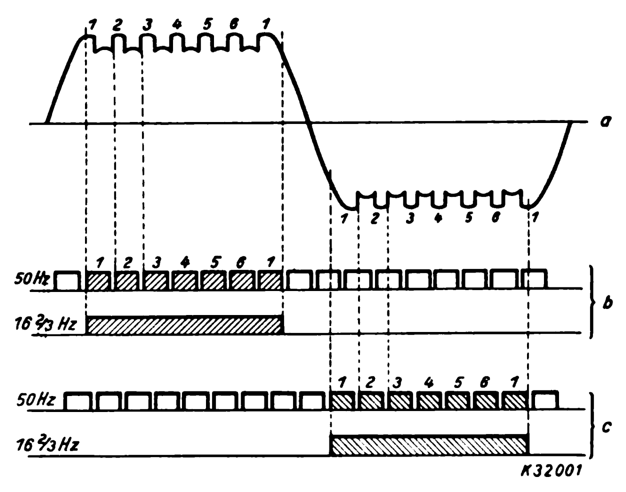


Abb. 18. Vereinfachter Steuerplan des Trapezkurven-Umrichters für eine Stromhalbwelle.

[5]) R. Feinberg, Arch. Elektrotechn. 27 (1933) S. 539.

[6]) Der gewöhnliche Gleichrichter bildet mit der Energieübertragung aus einem Wechselstromnetz in ein Gleichstromnetz — mit der Frequenz 0 — einen besonderen Fall dieser Grundregel, ebenso der Wechselrichter für die Umkehr der Energierichtung.

strom an, der im Punkt t_1 zu fließen beginnt und in der Hauptsache durch induktive Widerstände begrenzt wird, bis er in t_2 seinen Scheitelwert erreicht, und nimmt dann bis auf Null im Punkte t_3 ab; denn negativ kann er wegen der Ventilwirkung der Gefäße nicht werden. Es ergibt

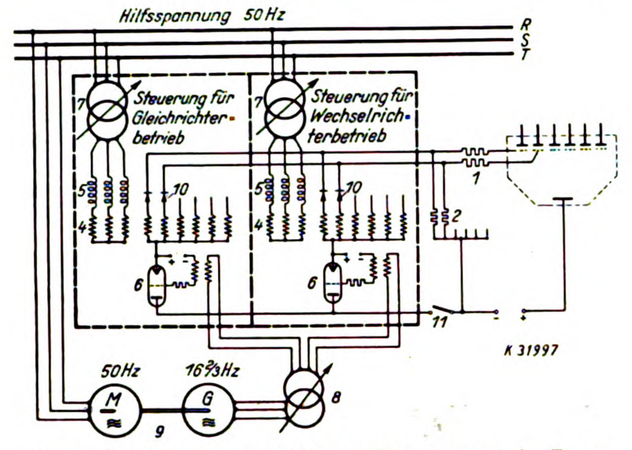
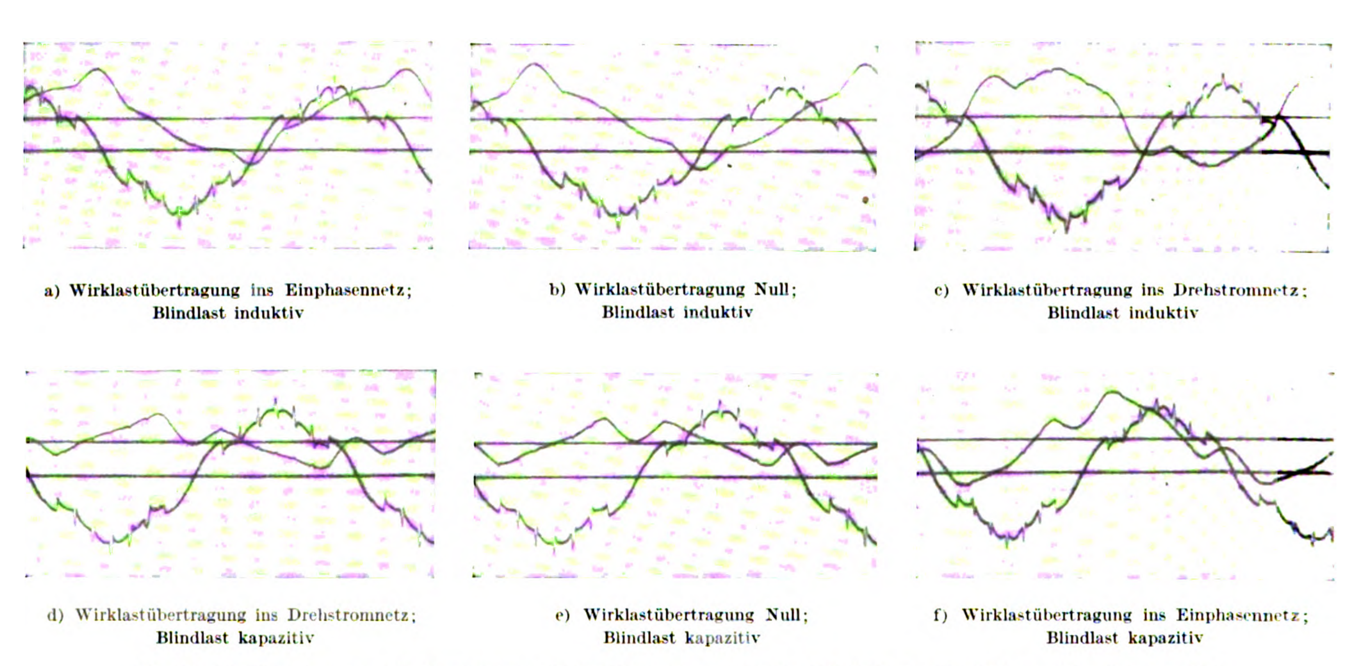


Abb. 19. Schaltung zur rein elektrischen Gittersteuerung des Trapezkurven-Umrichters.

sich also, daß der Kurzschlußstrom durch Umkehr der Differenzspannung von selbst wieder erlischt. Damit diese negative Differenzspannung im Kurzschlußkreis erhalten bleibt, darf die Anode *2* des Systems *I* nicht zur etwas kleiner zu wählen als die zugehörige Brenndauer, was in den Steuerplänen (Abb. 17 und 18) zum Ausdruck kommt.

Um eine sichere Kommutierung auch beim Wechselrichterbetrieb zu erzielen, muß die Induktivität, welche beim Übergang des Stromes von einer Transformatorphase auf die nächstfolgende wirksam ist, kleiner sein als die des inneren Kurzschlußkreises; letztere wird deshalb durch die vom Wechselrichter her bekannte Kommutierungsdrosselspule auf den mehrfachen Betrag der ersteren vergrößert. Eine derartig durchgebildete Steuerung befähigt den Umrichter, Strom beliebiger Phasenlage zu führen und außerdem eine von der Art der Belastung unabhängige Spannungskurve zu liefern.

B. Ausführung der Steuerung. Eine elektromechanische Steuereinrichtung, die die oben aufgezeichneten Bedingungen erfüllt, läßt sich bekanntlich mit Hilfe einer Kontaktwalze verwirklichen. Sie wird bei dem im Beispiel zugrunde gelegten Frequenzverhältnis 3 : 1 von einem an das Drehstromnetz angeschlossenen 6poligen Synchronmotor angetrieben und läßt sich aus Kollektoren aufbauen, wie sie im Kleinmotorenbau Verwendung finden. Jeweils sind einige Lamellen miteinander verlötet, die die Kontaktsegmente bilden; zur Stromzu- und -abführung dienen verstellbare Bürsten. Phasenlage und Dauer der Steuerimpule lassen sich bei dieser Einrichtung in Stufen durch Änderung der miteinander verbundenen Lamellen und kontinuierlich durch Verschieben der Bürsten einstellen. Um die Steuerimpulse unabhängig voneinander einstellen zu können, ordnet man jedem Steuergitter einen getrennten Schaltkontakt zu; bei der beschriebenen Schal-



a) Wirklastübertragung ins Einphasennetz; Blindlast induktiv

b) Wirklastübertragung Null; Blindlast induktiv

c) Wirklastübertragung ins Drehstromnetz; Blindlast induktiv

d) Wirklastübertragung ins Drehstromnetz; Blindlast kapazitiv

e) Wirklastübertragung Null; Blindlast kapazitiv

f) Wirklastübertragung ins Einphasennetz; Blindlast kapazitiv

Abb. 20. Oszillogramme von Einphasenstrom und Umrichterspannung bei Parallelbetrieb von Umrichter und Synchronmaschine.

Zeit t_2, dem Punkte der natürlichen Ablösung der Anoden *1* und *2*, freigegeben werden, sondern muß bis zum Erlöschen des Kurzschlußstromes, d. h. bis zur Zeit t_3, gesperrt bleiben. Es besteht damit Gleichgewicht zwischen den im inneren Kurzschlußkreis entgegengesetzt gerichteten Spannungen der beiden Systeme.

Beim gesteuerten Gleichrichter oder Wechselrichter genügt es im allgemeinen, wenn die Gitterspannung gerade so lange positiv ist, daß die zugehörige Anode zünden kann; man verwendet deshalb dort vielfach Steuerspannungen spitzer Wellenform. Im Umrichterbetrieb besteht dagegen die Bedingung, daß jedes System zu beliebiger Zeit zur Stromführung bereit sein muß, da ja der Nulldurchgang des Sekundärstromes in seiner Phasenlage veränderlich ist. Grundsätzlich muß daher der positive Bereich der Steuerspannungen mit der Strombereitschaft der zugehörigen Anoden zusammenfallen. Praktisch ist es aus mehreren Gründen zweckmäßig, die Impulsdauer

tung werden damit für jedes Entladungsgefäß 6, im ganzen also 12 Kollektoren benötigt. Die leichte Verstellbarkeit der Impulse macht eine derartige Kontaktwalze für Versuche recht geeignet, für den praktischen Betrieb ist sie dagegen mit dem Nachteil behaftet, daß sie dauernder sorgfältiger Wartung und Pflege bedarf.

Das Bestreben, die Gittersteuerung des Umrichters ähnlich der des Gleich- oder Wechselrichters unter Vermeidung aller umlaufenden Kontaktapparate rein elektrisch vorzunehmen, führte zur Entwicklung der in Abb. 19 dargestellten Schaltung, der der vereinfachte Steuerplan nach Abb. 18 zugrunde liegt. Dieser Steuerplan ist mit Rücksicht auf eine möglichst einfache Durchbildung der auch für elastischen Betrieb geeigneten Steuerschaltung mit gleicher Phasenlage und Dauer der Impulse aufgestellt. Die Anode der „ausgezeichneten" Phase *1* kann daher, wenn man von einer besonderen Steuerung für sie absieht, am Anfang der Spannungshalbwelle erst

verspätet zünden, so daß bei ohmscher Last vom Nulldurchgang des Stromes bis zum Beginn des Impulses für Anode *1* keine Entladungsstrecke leitend ist und daher Strom und Spannung den Wert Null annehmen. Ist jedoch der Leistungsfaktor kleiner als etwa 0,9, so arbeitet die entsprechende Anode des anderen Gefäßes während dieser Zeit im Wechselrichterbetrieb, und damit verschwindet die bei ohmscher Last auftretende Lücke vollständig.

An den Steuergittern liegt über die Widerstände *1* und *2* die negative Spannung *3*, die die Sperrung der Entladungsstrecken bewirkt; freigegeben werden die Anoden zu den im Steuerplan festgelegten Zeiten mit Hilfe der Steuereinrichtung, die aus zwei Gruppen, einer für Gleich- und einer für Wechselrichterbetrieb, besteht. In jeder Gruppe bilden Spezialwandler *4* in Verbindung mit den vorgeschalteten Drosselspulen *5* die 50periodige Wechselspannung in die auf dem Steuerplan vorgezeichnete Rechteckform um. Diese Rechteckspannungen werden über das im Takt des Sekundärnetzes gesteuerte Hilfsentladungsgefäß *6* geführt, das sie nur während der im Steuerplan (Abb. 18) bezeichneten Zeit auf die zugehörigen Gitter gelangen läßt. Die Phasenlage der Steuerimpulse wird mit Hilfe der Drehregler *7* und *8* einmal fest eingestellt; der mit der Sekundärfrequenz betriebene Drehregler *8* wird von einem synchronen Hilfsumformer *9* mit dem Polzahlverhältnis 3 : 1 gespeist. Zur Vermeidung innerer Kurzschlußströme, welche infolge der verschiedenen Phasenlagen der Steuerimpulse für Gleich- und Wechselrichterbetrieb in den sekundärseitig parallel geschalteten Gittertransformatoren entstehen könnten, sind in jede Phase der Gitterleitungen kleine Trockengleichrichter eingefügt, welche nur in Richtung der positiven Gitterspannung Strom fließen lassen. Das Ein- und Ausschalten des Umrichters durch die Gittersteuerung läßt sich mit Hilfe des Kontaktes *11* durchführen.

C. Versuche[7]**).** Diese rein elektrische Steuerung wurde an einem Trapezkurvenumrichter mit kompensierter dritter Oberwelle im Prüffeld erprobt. Die Dauerleistung des Umrichters betrug zunächst etwa 250 kVA bei 370 V, sie wurde später durch Aufstellen eines zweiten Drehstromtransformators auf 500 kVA bei 750 V Einphasenspannung erhöht. Elastisch ließ sich der Umrichter nur mit der einfachen Trapezkurve betreiben, da die 50periodige Kompensationsharmonische in der Schaltung nach Abb. 14 dem Primärnetz starr entnommen wird. Belastet wurde der Umrichter auf ohmsche und induktive Widerstände sowie auf einen Einphasenbahnmotor. Der Motor wurde mit einer Schützensteuerung in groben Stufen angefahren, wobei Stromstöße von über 1000 A auftraten. Ein Unterschied im Verhalten des Motors oder in der Höhe seiner Verluste konnte gegenüber der Speisung von einer Synchronmaschine nicht festgestellt werden.

[7]) Die Versuche wurden in Zusammenarbeit mit Herrn Dipl.-Ing. Schcel durchgeführt.

Im Anschluß hieran wurde ein Parallelbetrieb des Umrichters mit einer Synchronmaschine erprobt. Der vom 50periodigen Drehstromnetz gespeiste Umrichter arbeitete auf der Einphasenseite über eine Drosselspule und einen Transformator mit einer Synchronmaschine parallel, welche durch einen Motor von einem Gleichstromnetz aus angetrieben wurde. Die Leistungsregelung wurde durch entsprechende Regelung des Maschinensatzes durchgeführt; durch Änderung der Erregung der Synchronmaschine konnte die Blindleistung, durch Regeln des Antriebmotors die Wirkleistung beliebig eingestellt werden, so daß ein Betrieb in allen vier Quadranten mit beliebig gemischter Wirk- und Blindleistung möglich war. Aus den bei einer Leistung von etwa 300 kVA aufgenommenen Oszillogrammen der Abb. 20 geht die Art der Belastung deutlich hervor. Interessant ist der Einfluß des Transformator-Magnetisierungsstromes auf die Kurvenform des Umrichterstromes. Es ist deutlich zu erkennen, daß er bei nacheilendem Einphasenstrom diesen vergrößert und bei voreilendem Strom entsprechend verkleinert.

Die elektrische Gittersteuerung hat bei diesen sich über mehrere Monate erstreckenden Versuchen ohne Störungen gearbeitet und damit ihre Eignung für den praktischen Umrichterbetrieb unter Beweis gestellt.

Zusammenfassung.

Die Möglichkeit, mit verschiedenen Umrichterarten die praktisch wichtigsten Umformungen vorzunehmen, wird an Schaltungsbeispielen erläutert; dabei werden Vor- und Nachteile der verschiedenen Systeme aufgezeigt. Die Doppelumrichter stellen für die meisten Aufgaben die günstigste Lösung dar. Wesen und Aufbau der elektrischen Steuerung werden erläutert, und an Hand von Versuchen wird die Eignung dieser Steuerung für den praktischen Betrieb nachgewiesen.

Die neue Schnellzugstrecke Bologna—Florenz der italienischen Staatsbahn.

Von **Joh. Rautenkrantz**, Mailand.

621. 331 (45)

Übersicht. Die neue Schnellzugstrecke „La Direttissima" Bologna—Florenz wird beschrieben, das Bauprogramm entwickelt und Angaben über die hauptsächlichsten Arbeiten unter Anführung einzelner und der endgültigen Kosten gemacht. Die elektrischen Sicherungsanlagen werden kurz geschildert.

Aus Anlaß der Jahresfeier der Gründung Roms wurde am 22. IV. 1934 die elektrisch befahrene Schnellzugstrecke Bologna—Florenz eingeweiht. Diese neue Durchquerung der Apenninen bedeutet mit einer Länge von 96,9 km eine nennenswerte Verringerung der Fahrstrecke gegenüber der bisher bestehenden Linie, der „Porettana" mit 131,8 km, und hat ferner den Vorzug, daß die größte zu überwindende Höhe nur 322,46 m gegenüber 615,92 m ü. M. beträgt.

Die Bahn verläuft, von Bologna aus betrachtet, im Tal der Setta, durchquert in einem 18,5 km langen Tunnel das Bergmassiv, kommt in das Tal des Bisonzio und folgt diesem bis zu der toskanischen Industriestadt Prato (Abb. 1). In Prato wird die „Porettana" und mit dieser in weiteren rd. 18 km Florenz erreicht.

Der Plan, die genannten Flußtäler für eine Apenninendurchquerung heranzuziehen, geht auf das Jahr 1852 zurück. Aber erst der Entwurf Protche, dessen Bearbeitung 1882 begann und 1887 den Behörden vorgelegt wurde, fand ernstere Beachtung. Der Entwurf sah die Überschreitung des Gebirges in einer Höhe von 328 m vor. In Abb. 2 sind die Höhenprofile beider Bahnlinien in ihrer jetzigen Ausführung dargestellt. Im Jahre 1908 wurde die Durchführung der Arbeiten im Parlament beschlossen und dafür 150 Mill Lire (rd. 122 Mill RM) ausgeworfen. Aber schon die weitere Durcharbeit zeigte, daß eine Kostenerhöhung auf 175 Mill erforderlich war. Im Jahre 1912 konnte endlich mit den Arbeiten begonnen werden, die durch den Krieg aber eine starke Einschränkung erfuhren.

Man war sich von Anfang an darüber klar, daß die Bahn elektrisch betrieben werden sollte; und da man in den letzten Jahren zur Erkenntnis gekommen war, daß der Gleichstrom große Vorteile hat, so wählte man 3000 V-Gleichstrom mit auf der Strecke verteilten Umformerwerken. Die elektrisierte Bahnlinie hat die Fahrzeiten von Ober- nach Mittel- und Süditalien wesentlich herabgesetzt. Die Haupteigenheiten der Bahnstrecke sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Der Oberbau erlaubt Geschwindigkeiten bis zu 120 km auf der Bologneser und bis zu 100 km auf der toskanischen Bergseite.

Der Bauplan.

Die Bauzeit zerfällt in zwei Abschnitte, nämlich den von 1913 (Baubeginn) bis 1922, in dem 138 Mill Lire[1]) aufgewandt wurden, und den Abschnitt von 1922 (Regierungswechsel) bis 1934, der rd. 200 Mill RM kostete.

[1]) Umrechnung wegen des veränderlichen Lirekurses nur schätzungsweise möglich mit 35 Mill RM. Wegen der wechselnden Kaufkraft dürfen die im vorliegenden Aufsatz enthaltenen Preisangaben nicht ohne weiteres mit deutschen Verhältnissen verglichen werden.



Der Bau des großen Apenninentunnels bildete die schwierigste Aufgabe des ganzen Planes. Die Art des Gesteins, die Notwendigkeit, den Bohrweg mit Armaturen zu stützen, und die Erfahrungen beim Bau der früheren Apenninentunnels ließen voraussehen, daß man die Bohrarbeiten nicht sehr beschleunigen konnte. Zur Abkürzung der Bauzeit und zum besseren Abtransport der Gesteinsmassen trieb man vom Berge aus, ungefähr in der Gegend Cà di Landino, zwei schräge Schächte bis zur gewollten Tunnelsohle ins Gebirge. Beide Schächte sind voneinander rd. 124 m entfernt und liegen ungefähr in der Mitte der Tunnelstrecke. Durch diese Maßnahme war es möglich, den Tunnelbau von vier Stellen aus zu beginnen. Gleichzeitig wurden die Zufahrtsrampen in Angriff genommen, um schon während der Bauzeit derselben auf Hilfsgleisen von 0,95 m Spurweite Baugerät und Baustoff auf denselben heran- und das Tunnelgestein fortzuschaffen. Die Beförderung mit anderen Mitteln vorzunehmen, hätte zu kostspieligen Straßenbauten geführt, deren Erhaltung teuer gewesen wäre. Für die Beförderung der Baustoffe zu den Eingängen der beiden Schrägschächte bei Cà di Landino wurde eine Seilbahn von der Nordbaustelle des Tunneleingangs, wo das Hilfsgleis endete, gebaut. 1920 begann man mit der Bohrung des Haupttunnels. Nach dem Jahre 1922 wurden systematisch die noch zu erledigenden Arbeiten einschließlich jener des großen Tunnels ausgeschrieben und vergeben.

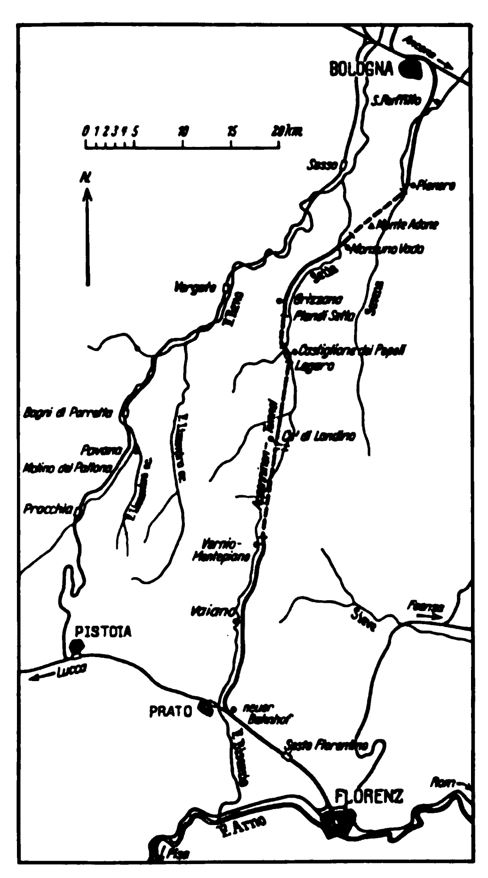


Abb. 1. Linienführung der neuen Schnellzugstrecke Bologna—Florenz.

Zahlentafel 1. Vergleichsdaten der beiden Apenninenstrecken Bologna—Florenz.

Technische Daten		Neue Schnellzugstrecke Bologna—Florenz	Alte Linie Bologna—Pistoria—Florenz
Tatsächliche Länge	km	96 + 907,98	131 + 834,35
Mittlere virtuelle Länge	„	124 + 500,00	219 + 500,00
Länge der eingleisigen Strecken	„	—	109 + 182,77
„ „ doppelgleisigen Strecken	„	96 + 907,98	22 + 651,58
„ „ Tunnelstrecken	„	36 + 805,95	18 + 475,31
Kleinster Kurvenhalbmesser	m	600	300
auf freier Strecke	‰	12	26,15
Höchste Steigung im Tunnel	‰	8	25,27
in den Bahnhöfen	‰	2,5	26,00
Scheitelhöhe	m	322,46	615,92
Profil der Streckengleise		F.S.P. 50.6	R.A. 36 S

Der Bau des großen Tunnels.

An den drei Baustellen, Nord- und Südausgang sowie an den Schrägstollen, entstanden zur Lieferung des Kraftstromes Dieselzentralen mit zusammen 2540 PS, verteilt auf 11 Motoren von 120 bis 400 PS. Außerdem stand später zugeführte elektrische Energie zur Verfügung, die mit 30 000 V herangebracht wurde, so daß die Dieselgruppen dann nur als Reserve dienten. Für die verschiedenen Zwecke, besonders für den Betrieb der Preßluftanlagen und der Lüfter, wurden am Nordausgang 1825 PS, am Südausgang 2400 und an der Baustelle der Schrägstollen bei Cà di Landino 10 225 PS gebraucht. Die Bohrarbeiten wurden fast ausschließlich mit Preßlufthämmern durchgeführt, die mit 7 at arbeiteten und von denen insgesamt 115 in Betrieb waren; sie verbrauchten zusammen 36 Mill kWh, das sind 23,83 kWh für jeden m³ erbohrter Gesteinsmasse. Im Jahre 1925 wurden Kompressoren von 200 at in Betrieb genommen, um die Preßluft für die Tunnellokomotiven zu erzeugen, deren größte eine Zugkraft von 3500 kg entwickelte, während der Materialtransport außerhalb des Tunnels mit Dampflokomotiven erfolgte. Der Stromverbrauch der Lokomotiven war 12,97 Mill kWh, das sind 9,83 kWh für 1 m³ Material, d. h. Bohrmasse und Ausmauerung.

Für die Lüftung waren im ganzen 11 Lüfter, zum Teil im Kaskadensystem, tätig, von denen einzelne vor den Stolleneingängen aufgestellt waren, andere mit dem Fortschreiten der Arbeiten vorrückten.

Für die Beförderung der Gesteinsmassen und des Baumaterials waren Förderbahnen gebaut, die in den beiden Schrägstollen im Mittel täglich 380 m³ schafften und insgesamt 1,75 Mill kWh, d. i. 2,51 kWh/m³, verbrauchten.

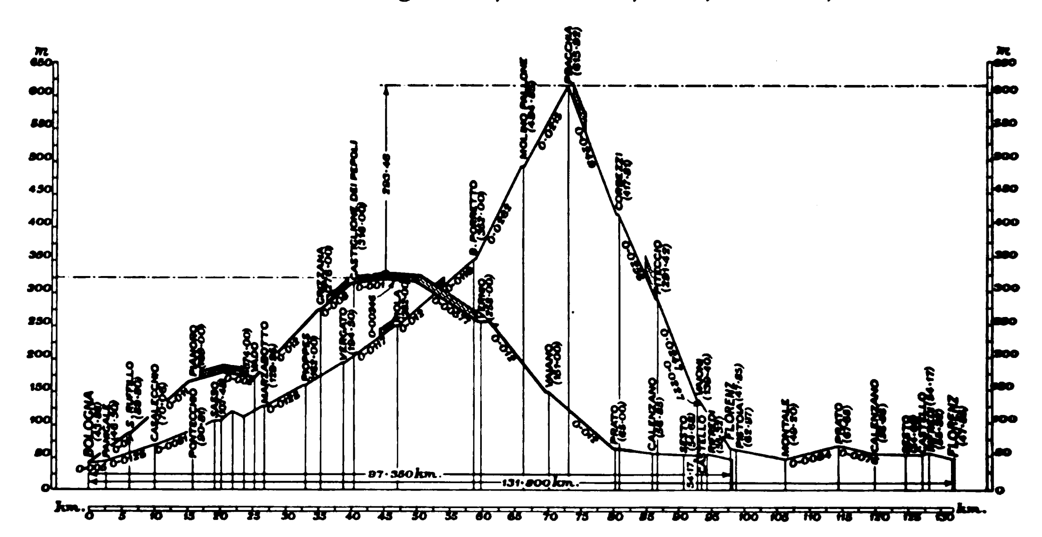


Abb. 2. Die Höhenprofile der alten Linie „Porettana" und der neuen Schnellzugstrecke.

Man hatte zeitweise unter beträchtlichen Wassereinbrüchen zu leiden, so daß zusammen im Höhepunkt der Arbeiten 27 Pumpen wirksam waren, deren Energieverbrauch 25,5 Mill kWh betrug. Zwei Elektropumpen von 140 PS sind in dem Tunnel zur weiteren Trockenhaltung fest aufgestellt.



Der gesamte elektrische Energieverbrauch für den Bau des großen Tunnels belief sich auf rd. 110 Mill kWh, und die Zahl der Arbeitstage war 5 286 130. Die Baukosten beliefen sich auf 100 Mill RM.

Die Elektrisierung.

Für die Schnellzugstrecke wurde als Fahrstrom, wie schon oben erwähnt, 3000 V Gleichstrom verwendet. Die alte Porrettanalinie benötigte rd. 45 Mill kWh/Jahr, die von den Kraftwerken S. Croce (Soc. Adriatica) und des Liro (Soc. Cisalpina) geliefert werden. Die Umformung erfolgt in dem Umformerwerk Bologna auf 3700 V, 16,7 Hz. Neu hinzu kam die Lieferung von 45 Mill kWh aus dem Kraftwerk Suviana, das den Fluß Alto Reno ausnutzt. Mit den so verfügbaren 80 Mill kWh im Jahr können beide Apenninstrecken betrieben werden. Zur Aushilfe steht das Überlandnetz der Emilia bereit.

Zur Speisung der Umformerwerke mußten 70 km 60 kV-Leitungen gebaut werden, außerdem die 130-kV-Leitung Bologna—Rifredi. Letztere ist ein Teil der Nord-Süd-Sammelschiene der elektrischen Staatsbahnen, die eine Speisung des ganzen elektrischen Bahnnetzes sicherstellen soll. Eine auf besonderem Gestänge verlegte Telephonleitung folgt der Starkstromlinie.

Die Speisung der Fahrleitungen erfolgt durch fünf Umformerwerke, von denen die bei Bologna und Vaioni bereits bestanden, während die bei Grizzano, Vaiano und Rifredi neu erstellt wurden. In jeder der letzteren sind je drei Quecksilbergleichrichter von 2000 kW Einzelleistung aufgestellt, während für eine vierte Gruppe noch Platz vorgesehen ist. Der Hochspannungsteil der Werke ist im Freien errichtet, die Umformer sind in Gebäuden untergebracht. In den Werken Grizzano, Vaiano und Vaioni beträgt die Eingangsspannung 60 kV, in Bologna und Rifredi 60 kV bzw. 130 kV. In den ersten drei Werken sind die Umformer für 3 Frequenzen gebaut, und zwar entsprechend der verschiedenen Frequenz der zugeführten Energie für 16,7, 42 und 50 Hz. Die Umformer in Bologna und Rifredi sind nur für industriellen Drehstrom (42 und 50 Hz) vorgesehen. Für die Hilfsbetriebe und Beleuchtung steht in den Werken Drehstrom oder Gleichstrom mit 125 V zur Verfügung. Als Reserve ist die neue Linie mit einem fahrbaren Umformerwerk von 2000 kW bedacht, das im Freien arbeiten kann und Drehstrom von 60 kV in Gleichstrom von 3000 V umformt.

Abb. 3. Die Oberleitungsführung vor dem Bahnhof Florenz mit dem Stellwerk (Mitte links).



Abb. 4. Fahrdrahtaufhängung in dem großen Tunnel. Rechts ein Blocksignal mit Relais- und Akkumulatoren-Schrank.

Die Fahrleitung ist im Freien und in den Tunnels an Längstragseilen, die durch Gegengewichte gespannt sind, aufgehängt. Die Balancierung durch Gegengewichte hält den Fahrdraht auch bei Temperaturschwankungen und größeren Spannweiten straff und sichert so auch bei großen Fahrgeschwindigkeiten guten Kontakt der Stromabnehmer. Die Fahrleitung ist aus 2 Profilkupferdrähten von je 100 mm² Querschnitt gebildet, die an einem kupfernen Tragseil von 117 mm² aufgehängt sind. Alle drei Leiter sind unter Spannung. Die Masten bestehen aus Stahlröhren und sind je nach dem Standort, der Verankerung oder der Traglast der Gegengewichte bemessen. Im Mittel sind sie auf gerader Strecke im Abstande von rd. 60 m, in den Kurven je nach dem Halbmesser von rd. 35 bis 45 m aufgestellt (Abb. 3). In den Tunnels sind die Fahrdrähte an besonderen, im Mauerwerk verankerten Konsolgestängen in Abständen von rd. 35 m aufgehängt, wie Abb. 4 zeigt.

Die Kosten für die Elektrisierung, einschließlich der Umformerwerke, betrugen rd. 13 Mill RM, d. i. rd. 160 000 RM für je 1 km Doppelgleis.

Die Sicherungsanlagen.

Die Strecke ist mit selbsttätigem Blocksicherungssystem ausgestattet, wozu die Fahrstraße in Blockfelder von 4 bis 5 km Länge unterteilt ist, und da der Bahnhofsabstand bis auf einen Fall (Grizzano und Castiglione) fast genau 10 km beträgt, so befindet sich jeweils auf halber Strecke eine Blockstelle. Jede Blockstelle besteht aus einem Haupt- und einem Vorsignal, welch letzteres in 450 bis 1300 m Abstand, je nach Gefälle und Eigenheit der Linie, aufgestellt ist. In den Bahnhöfen dienen die Abfahrtsignale als Blocksignale. Die Blocksignale auf freier Strecke werden von den Zügen elektrisch gesteuert, und ihre Normalstellung ist „Strecke frei“. Die Signale auf den Bahnhöfen werden durch das Stellwerk der letzteren betätigt. Ihre Normalstellung ist „Strecke gesperrt“.



Alle Signale, sowohl im Freien als in den Tunnels, sind auch am Tage beleuchtet. Die Lampen werden durch Akkumulatoren gespeist, die ständig unter Ladung durch an das Netz angeschlossene Gleichrichter stehen. Die Kapazität der Batterie ist so bemessen, daß die Beleuchtung auch bei Ausbleiben des Netzstromes für 24 h sichergestellt ist. In Abb. 4 ist ein Tunnelsignal mit dazugehörigem Relaisschrank und dem Akkumulatorenkasten zu sehen. — Da die Blockfelder 5 km lang sind, kann eine sehr enge Zugfolge eingehalten werden, nämlich eine solche, die der Fahrzeit von rd. 5 km entspricht.

Die Bahnhöfe haben elektrische Stellwerke, die gewöhnlich auf dem Bahnsteig aufgestellt sind. Nur Prato hat zwei um 7 m über die Schienen erhöhte Stellwerkskabinen. Die Stellwerke selbst sind Konstruktionen der Vereinigten Eisenbahn-Signalwerke, Siemensstadt. Die Weichen- und Signalantriebe werden mit Gleichstrom gespeist, die Schienenstromkreise mit Wechselstrom, welcher der Speiseleitung des Blockes entnommen wird. Als Reserve stehen für den Notfall, unter Auslassung des Schienenstromes, Akkubatterien zur Verfügung, die ständig durch Gleichrichter unter Ladung stehen.

Für die Telegraphen- und Telephonverbindungen der einzelnen Stationen wurde ein 28paariges Kabel längs des Bahndammes verlegt, dessen Sprechadern pupinisiert sind. Die Telephonie wird z. T. durch Stationen für wahlweisen Anruf betrieben.

Schluß.

In insgesamt 17 Mill Tagewerken, deren Hauptanteil in die Nachkriegszeit fällt, wurde der Bahnbau durchgeführt. Leider verlangte das große Werk 97 Todesopfer. Die Menschenkraft wurde durch insgesamt rd. 110 Mill kWh unterstützt. Die Gesamtbaukosten beliefen sich auf rd. 238 Mill RM; davon entfallen auf den Oberbau rd. 105 Mill RM, auf den großen Tunnel rd. 100 Mill RM, der Rest auf Streckenausrüstung, die Elektrisierung, Sicherungsanlagen, Wasserwerke usw. Je Kilometer wurden demnach 2,96 Mill RM benötigt.

Zur Frage des Fernsehens in natürlichen Farben.

621. 397. 5

Aus Fach- und Laienkreisen kommen des öfteren Vorschläge für ein Fernsehen in natürlichen Farben, auch im Electrician 112 (1934) S. 623 ist die Frage wieder angeschnitten worden. Als Vergleich wird meist auf die teils vollzogene Entwicklung des Schwarz-Weiß-Films zum Farbenfilm hingewiesen. Ein solcher Vergleich ist aber nur sehr bedingt richtig. Der Übergang vom Schwarz-Weiß-Film zum Farbenfilm ist schon seit längerer Zeit keine technische Frage mehr, sondern eine wirtschaftliche. Bei dem Fernsehen hingegen werden durch die Frage nach einer Übertragung in natürlichen Farben grundsätzliche technische Fragen angeschnitten.

Es ist zunächst festzustellen, daß die Entwicklung des einfarbigen Fernsehens heute noch keineswegs abgeschlossen ist. Auch wenn man die Frage nach der Zerlegungsfeinheit und der Bilderzahl in der Sekunde unerörtert läßt, so bleibt noch eine große Zahl von Fragen bestehen, die der technischen Klärung bedürfen. Bei einer Erörterung des Fernsehens in natürlichen Farben ist vor allem folgendes zu beachten: Die Entwicklung des Fernsehens auf der Bildempfangsseite ist in der Richtung vom subjektiv aufgenommenen Bild zum objektiv wiedergegebenen Bild verlaufen. Die ersten Fernsehbilder sah man bei der Betrachtung einer Glimmlampe durch eine Nipkowscheibe, während das Fernsehbild heute auf dem Leuchtschirm einer Braunschen Röhre erscheint und von einer größeren Zahl von Beschauern gleichzeitig gesehen werden kann. Die letzte Entwicklungsstufe in der Richtung zum objektiv wiedergegebenen Bild ist das projizierte Bild. Obwohl schon Lösungsvorschläge und Lösungen für das Problem des projizierten Fernsehbildes gegeben wurden, ist diese Frage heute technisch brauchbar noch nicht gelöst. Es sind Bilder mit Hilfe von Spiegel- und Linsenrädern mit dem Bildwerfer vorgeführt worden, doch reichen bei den notwendigen großen Bildpunktzahlen in der Sekunde die Leuchtdichten der Lichtquellen nicht aus. Es sind weiter Anlagen gebaut worden, bei denen das empfangene Fernsehbild auf einem Film aufgezeichnet wird, der nach schneller Entwicklung und Fixierung projiziert wird. Dieses Zwischenfilmverfahren treibt für Heimempfänger einen untragbaren Aufwand. Ob es erreicht wird, die Helligkeit von Braunschen-Röhren-Bildern so weit zu steigern, daß sie für eine Projektion wirklich ausreicht, steht noch dahin. Allerdings haben erfolgversprechende Versuche in dieser Richtung schon stattgefunden. Allgemein ist aber zu sagen, daß das Problem der Projektion von Fernsehbildern noch in den Bereich der technischen Entwicklung gehört.

Das ist nun von grundsätzlicher Wichtigkeit für ein Fernsehen in natürlichen Farben. Es sind hierzu schon ein große Zahl von Vorschlägen gemacht worden, wobei allerdings von den Erfindern des öfteren der technischen Seite der Frage zu wenig Beachtung geschenkt wurde. Die grundsätzlichen Fragen des Farbenfernsehens sollen der Übersichtlichkeit halber nur an dem bekannten und technisch auch schon durchgeführten Dreifarbenverfahren erörtert werden. Dieses Dreifarbenverfahren beim Fernsehen, das in Amerika und England schon vor mehreren Jahren einmal ausgeführt wurde, arbeitet bekanntlich in folgender Weise: Auf der Sendeseite wird das zu übertragende Objekt mit einem weißen Lichtstrahl abgetastet, wobei von jeder überstrichenen Stelle zerstreutes Licht in den Farben zurückgestrahlt wird, die der betreffenden Stelle eigentümlich sind. Dieses Licht wirkt durch Filter auf drei Sätze von Photozellen, wobei ein Photozellensatz auf rotes Licht, einer auf grün-gelbes Licht und einer auf blaues Licht anspricht. Jeder gerade beleuchtete Bildpunkt ruft also in den drei Sätzen von Photozellen drei elektrische Wirkungen hervor, deren Intensitäten durch die Farbe des jeweils beleuchteten Punktes bedingt sind. Diese jeweils gegebenen drei Stromschwankungen werden nun in drei Verstärkern verstärkt und über drei Übertragungswege zum Empfänger geleitet. Dort sind drei Lichtventile vorhanden, die über Rot-, Grün- und Blaufilter mit einem Bildzusammensetzungsglied derart zusammenwirken, daß in dem vom Beschauer zu betrachtenden Bildausschnitt alle drei Farben gleichmäßig zur Geltung kommen. Das Verfahren kann verändert werden, indem auf der Sendeseite an Stelle der Abtastung mit weißem Lichtstrahl eine jeweils dreimal so schnelle Abtastung mit rotem, grünem und blauem Lichtstrahl nacheinander stattfindet, wodurch an die Stelle der drei Übertragungskanäle ein einziger Übertragungsweg mit dreifacher Frequenzbandbreite tritt. Wesentlich bei diesen Farb-Fernseh-Verfahren wie auch bei allen anderen bisher bekanntgewordenen Vorschlägen zum Fernsehen in natürlichen Farben ist, daß bei dem heutigen allgemeinen Entwicklungsstand das Bild auf der Empfangsseite nur subjektiv aufgenommen und nicht objektiv wiedergegeben werden kann. Ein Entwicklungsrückschritt zum subjektiven Bildempfang ist heute nicht mehr des Erörterns wert. Das Fernsehen in natürlichen Farben wird deshalb erst dann in den Bereich der angewandten Technik gelangen, wenn aus der stetig fortschreitenden Entwicklung ein brauchbares Projektionsverfahren hervorgeht. Wenn es gelingt, die Bilder Braunscher Röhren mit ausreichender Helligkeit zu projizieren, wäre es z. B. denkbar, drei Braunsche Röhren mit rot, grün und blau fluoreszierenden Leuchtschirmen für ein Farbenfernsehen zu verwenden.

Wenn diese technische Seite der Frage, die in der Projektionsfähigkeit von Fernsehbildern liegt, gelöst ist, wird schließlich die wirtschaftliche Seite der Frage und die Frage der notwendigen Übertragungskanäle zu prüfen sein. Zu welchen Ergebnissen aber die späteren Erwägungen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und der verfügbaren Übertragungskanäle für ein Fernsehen in natürlichen Farben führen werden, ist heute nicht vorauszusehen.

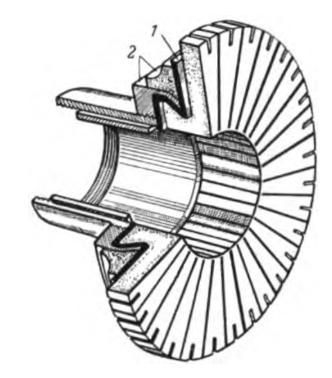
G. Krawinkel.



RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

621. 313. 1. 047. 2 **Fortschritte im Kommutatorbau.** — Die in einer neuzeitlichen Londoner Spezialfabrik für Kommutatoren angewendeten Arbeitsweisen zur Herstellung von zylinderförmigen Kommutatoren werden angegeben und durch Abbildungen veranschaulicht. Die aus Elektrolytkupfer (Brinellhärte 100) bestehenden Kommutatorlamellen werden nach dem Zwischenlegen der Glimmerlamellen vorläufig zusammengebaut und in einen Stahlring gepreßt. Nachdem sie beiderseits mit einer konischen Eindrehung versehen sind, werden sie auf eine Stahlbuchse gepreßt, die auf einer Seite mit einem in die konische Eindrehung passenden Flansch versehen und mit einer auch die konischen Eindrehungen ausfüllenden Isolation belegt ist; auf der freien Seite der Stahlbuchse wird ein dem Buchsenflansch entsprechender Ring gegengepreßt. Nach dem Abpressen vom Stahlring werden die Lamellen zur Aufnahme der Enden der Ankerwicklung eingefräst, und schließlich wird der Kommutator auf den genauen Durchmesser abgedreht. Die für Radial-Kommutatoren angewendete Konstruktion ist aus Abb. 1 ersichtlich; sie unterscheidet sich von der üblichen Ausführungsart durch das Fehlen von Schrumpfringen. — Neue Verfahren wurden entwickelt zur Verwendung von Reinglimmer an Stelle von Mikanit als Isolierstoff zwischen den Kommutatorlamellen und den diese zusammenhaltenden Ringen; gegen die Verwendung von Bakelit werden Bedenken geäußert. [Electr. Rev. 115 (1934) S. 785.] *Klt.*



1 Isolation *2* Spannring

Abb. 1. Radialkommutator.

621. 313. 1. 042 **Der Einfluß der Spulenbreite von Erregerspulen auf die Streuung in den Pollücken.** — Th. Lehmann hatte früher[1]) den Nachweis erbracht, daß eine Erregerspule mit räumlicher Ausdehnung durch eine einzige an den Polflanken angeordnete Windung (äquivalente Windung) mit unendlich kleinem Querschnitt ersetzt werden kann. Indem er die in einer weiteren Arbeit[2]) abgeleiteten Formeln für die Streuung der Erregerspule in Abhängigkeit von der Streuung der äquivalenten Windung benutzt, ermittelt er in der vorliegenden Arbeit den Zusammenhang zwischen der Streuung eines längs der Polflanken gleichmäßig verteilten Strombelages und derjenigen der äquivalenten Windung und somit auch den Zusammenhang zwischen der Streuung einer beliebigen Erregerspule und derjenigen des Strombelages von gleicher Höhe. Durch Anwendung der ermittelten Beziehungen bei einer Reihe von ausgeführten Maschinen mit verschiedenartigen Erregerspulen wird nachgewiesen, daß die Streuung bei Erregerspulen von geringer Höhe und großer Breite wesentlich geringer ist als die Streuung des Strombelages von gleicher Höhe. Ergänzt wird die Arbeit, zu deren Verständnis die Kenntnis der angeführten früheren Arbeiten des Verfassers erforderlich ist, durch Formeln, welche den Ersatz der Erregerspule durch eine äquivalente Windung auch bei Maschinen mit Polen ohne ausgeprägte Polschuhe ermöglichen. [Th. Lehmann, Rev. gén. Electr. 36 (1934) S. 757.] *Klt.*

621. 313. 333. 004 **Anlauf und Betrieb von Induktionsmotoren mit verschiedenen Läuferarten.** — In einem Vortrag verglich E. Dünner die Betriebseigenschaften des Drehstrom-Asynchronmotors mit Schleifringläufer, mit gewöhnlichem Kurzschlußläufer und mit Stromverdrängungsläufer und zeigte die Beeinflussung dieser Eigenschaften durch bauliche Maßnahmen und Anlaßgeräte. Der im Schrifttum oft behandelte Vergleich hat als bekanntes, durch die anschließende Aussprache bestätigtes Ergebnis, daß jede Läuferart Vor- und Nachteile und somit Berechtigung hat. Um dem Käfigläufermotor wegen seiner technologischen Vorteile und mit Rücksicht auf den Wettbewerb des Verbrennungsmotors in Kleingewerbe und Landwirtschaft ein möglichst großes Anwendungsgebiet zu sichern, sind für diese Motorart möglichst hoch gesetzte Anschlußgrenzen erforderlich, die sowohl die Größe des Netzes als auch den Aufstellungsort des Motors innerhalb dieses Netzes berücksichtigen. Empfehlenswert ist es, in den Anschlußbedingungen und bei Angaben über die Anlaufverhältnisse eines Motors an Stelle des auf den Nennstrom bezogenen Einschaltstromes die auf die Nennleistung bezogene Einschalt-Scheinleistung anzugeben, damit nicht durch Vergrößerung des Nennstromes infolge Herabsetzung der Garantiewerte bei Lauf (Wirkungsgrad, Leistungsfaktor) scheinbar günstigere Anlaufverhältnisse erzielt werden. [E. Dünner, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 25 (1934) S. 525.] *Klt.*

[1]) Lehmann, Rev. Gén. Electr. 31 (1932) S. 171.
[2]) Lehmann, Rev. Gén. Electr. 34 (1933) S. 351.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 315. 14. 017. 1 **Koronaverluste unter verschiedenen atmosphärischen Bedingungen.** — Die zahlreichen bisher ausgeführten Untersuchungen über die Koronaverluste an Freileitungen, die diese abhängig von den Abmessungen der Leiter, ihrem gegenseitigen Abstand und dem gegen Erde, dem Einfluß von Staub- und Fettablagerungen auf den Leitern und deren sonstiger Oberflächenbeschaffenheit ergeben haben, lassen noch keine ausreichende Erklärung der Veränderungen der Koronaverluste mit den täglichen Schwankungen des Luftdruckes und der Lufttemperatur zu. Zur Klarstellung dieser Einflüsse wurden etwa 10 m lange Stücke von Freileitungskupferseilen in einem geerdeten, luftdichten, lotrecht aufgestellten Behälter aufgehängt und die Koronaverluste an diesen unter Hochspannung stehenden Leiterstücken bei verschiedenen Werten des Luftdrucks, der Temperatur und Feuchtigkeit der in dem Behälter eingeschlossenen Luft wattmetrisch gemessen.

Es ergab sich, daß die relative Luftfeuchtigkeit selbst bis zu 90 % bei Spannungen bis etwa 70 kV kaum einen merkbaren Einfluß auf die Verluste hat. Mit der Erhöhung der Lufttemperatur und der Erniedrigung des Luftdrucks werden die Koronaverluste bei derselben Spannung größer und steigen mit zunehmender Spannung bei verschiedenen Luftdrücken und -temperaturen immer fast in derselben Weise an. Mit Verringerung der Luftdichte wird auch die kritische Koronaspannung herabgesetzt, doch hängt das Maß dieser Herabsetzung davon ab, ob die Verringerung der Luftdichte durch eine Minderung des Luftdrucks oder eine Erhöhung der Lufttemperatur erfolgt. Bei einer Veränderung der Luftdichte mit dem Luftdruck ist die kritische Spannung nur etwa 70 bis 80 % der Luftdichteänderungen verhältnisgleich. Dagegen ist die Änderung der kritischen Spannung den Luftdichteänderungen annähernd verhältnisgleich, wenn diese durch Änderung der Lufttemperatur erfolgen. Dieses unterschiedliche Verhalten ist vermutlich auf eine verschiedenartige Beeinflussung der Gasmoleküle zurückzuführen. Bei einer Verringerung des Luftdrucks z. B. verschwindet ein Teil der Gasmoleküle, ohne daß sich die Geschwindigkeit der übrigbleibenden ändert. Wird jedoch die Luftdichte durch eine Erhöhung der Temperatur verringert, so vermindert sich zwar die Zahl der Gasmoleküle um denselben Betrag, doch erhöht sich in diesem Fall gleichzeitig die Geschwindigkeit der verbleibenden Moleküle, so daß diese in höherem Maße ionisieren und damit die Koronaverluste größer werden.

Zur Bestimmung des Einflusses von Rauch auf die Koronaverluste wurde in dem vorerwähnten Behälter ein mit Schmieröl getränkter Lappen verbrannt und der Ko-



ronaverlust an einem 7fach verseilten Leiter von etwa 6 mm Dmr. im Vergleich mit dem Verlust an demselben Leiter unter sonst ungeänderten Verhältnissen in reiner Luft gemessen. Der Koronaverlust war bei raucherfülltem Behälter um 25 bis 30 % geringer und stieg mit zunehmender Spannung weniger steil an als in reiner Luft. Es ist anzunehmen, daß die aus dem Leiter austretenden Ladungen sich an die schweren Rauchteilchen anhefteten und somit an Geschwindigkeit verloren, wobei sich infolge der Unbeweglichkeit dieser Raumladung eine Schirmwirkung herausbildete.

Schließlich wurde durch die Versuche gefunden, daß die Koronaerscheinungen glatter Leiter besonders empfindlich gegen Änderungen des diese umgebenden Luftraumes sind. [L. Hegy u. G. W. Dunlap, El. Engng. 53 (1934) S. 272.] *O. N.*

621. 34 : 621. 6. 03 : 621. 311. 21 (436) **Die selbsttätige Stollenpumpanlage des Spullerseewerks.** — Die Arlbergbahn bezieht ihre elektrische Energie hauptsächlich aus dem Spullerseewerk. Da der natürliche Wasserzufluß zum Spullersee nicht immer ausreichend ist, waren verschiedene Maßnahmen notwendig, um auch unter ungünstigen Voraussetzungen einen störungsfreien Betrieb sicherzustellen. Neben elektrischen Einrichtungen, die eine bessere Spannungshaltung zum Ziel haben, wurde ein Pumpwerk gebaut, welches die im Spullersee zur Verfügung stehende Wassermenge um rd. 20 % erhöht.

In einer Erweiterung des Oberwasserstollens wurden 2 Pumpensätze eingebaut. Diese Pumpen haben die Aufgabe, die in der Nähe des Stollens anfallenden Bergwasser in das Druckrohr hineinzupressen. Die Pumpen fördern je 82 l/s bei 42 m Förderhöhe und werden durch Drehstrom-Kurzschlußläufermotoren mit Doppelabläufer für 64 kW, 380 V angetrieben. Die Steuerung der Motoren erfolgt vom Spullersee-Krafthaus, während die Regelung der Wassermenge selbsttätig durchgeführt ist. Es handelt sich um eine Drosselregelung mit dem Ziel, den Wasserstand im Pumpensumpf konstant zu halten. Bei sinkendem Wasserspiegel gibt eine Schwimmereinrichtung über eine Druckölhilfssteuerung das Kommando, den Regelschieber stärker zu drosseln. Ebenso wird bei steigendem Wasserspiegel der Regelschieber weiter geöffnet. Diese selbsttätige Steuerungseinrichtung sorgt also dafür, daß stets das gesamte anfallende Zusatzwasser dem Druckrohr zugeführt wird. Es sind eine Reihe von Sicherheitsmaßnahmen vorgesehen, um beim Versagen einzelner Teile der Einrichtung größere Störungen zu vermeiden. [A. Hruschka, Elektrotechn. u. Maschinenb. 52 (1934) S. 513.] *F. Br.*

Leitungen.

621. 316. 11 **Zeichnerische Berechnung elektrischer Leitungsnetze mit rechtwinkligen Koordinaten.** — Genkin knüpft an die bekannte Gleichung des Spannungsabfalles einer elektrischen Leitung (zunächst ohne Berücksichtigung der Kapazität) an:

$$\frac{U_1 - U_2}{U_2} = \frac{r I_a + x I_r}{U_2} + \frac{1}{2}\left(\frac{x I_a - r I_r}{U_2}\right)^2,$$

wo I_a der Wirk- und I_r der Blindstrom ist, und weist auf die Schwierigkeit hin, diese Gleichung zeichnerisch darzustellen. Durch Einführen einer Reihe neuer Größen, wie der fiktiven Kurzschlußleistung $n = U^2/x$ und des Impedanzwinkels γ der Leitung, wird

$$100\,\frac{U_1 - U_2}{U_2} = p \sin\gamma + q \cos\gamma + \frac{1}{200}(p \cos\gamma - q \sin\gamma)^2 = a + \frac{1}{200} b^2,$$

wo p und q von der Belastung abhängige Werte sind.

Die Beziehungen zwischen a, b und p, q sind aber ohne weiteres aus zwei rechtwinkligen Koordinatensystemen abzulesen, deren Ordinaten den Winkel γ einschließen. Im praktischen Gebrauch würde man das eine System auf durchsichtiges Millimeterpapier zeichnen und so ohne Schwierigkeit die Beziehung zwischen den letzthin genannten Größen ablesen. Soll auch die Kapazität C der Leitung berücksichtigt werden, so wird diese zur Hälfte je am Anfang und Ende derselben angebracht gedacht und durch einen einfachen Korrekturwert berücksichtigt, da zwischen der Induktivität und Kapazität der Leitung die bekannte Beziehung besteht: $1/\sqrt{LC} = 3 \cdot 10^5$ km/s. Die fiktiven Kurzschlußleistungen $n = U^2/x$ sind in Abhängigkeit von der Spannung in einer Tafel zusammengestellt. Durch ganz ähnliche Überlegungen kommt der Verfasser auch zur Darstellung der Wirk- und Blindverluste auf der Leitung, deren geometrischer Ort Kreise sind. Am Schluß wird ein Beispiel einer Übertragung von 30 000 kW über eine 300 km lange Stahl-Aluminium-Leitung, 150 kV, vorgerechnet. [V. Genkin, Rev. gén. Electr. 36 (1934) S. 427.] *Fgr.*

Apparate und Stromrichter.

621. 383 : 656. 05 **Verkehrsregelung mit photoelektrischer Zelle.** — Ein photoelektrisches Relais, bestehend aus Photozelle, Verstärkerrohr und Relais mit dem erforderlichen Zubehör auf gemeinsamem Sockel (Abb. 2), wird zur Verwendung für selbsttätige Verkehrs-

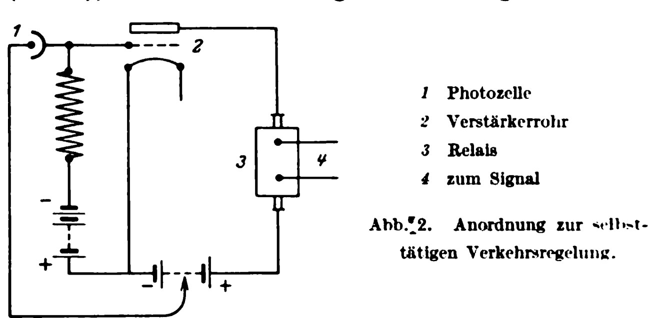


Abb. 2. Anordnung zur selbsttätigen Verkehrsregelung.

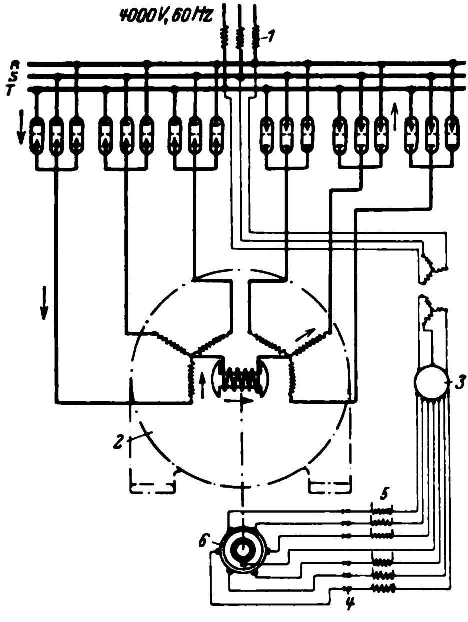
regelung an Straßenkreuzungen vorgeschlagen. Als Zelle dient Cäsium, das viel empfindlicher als Selen ist und mehrere hundert Wechsel von Helligkeit und Dunkelheit in der Minute zuläßt. Bei der Einrichtung zur Verkehrsregelung wird in jeder Straße kurz vor der Kreuzung die Zelle in einem in Straßenmitte aufgestellten Pfahl angeordnet und gegenüber am Bordstein die Lichtquelle mit Linse, durch die die Lichtstrahlen auf die Zelle vereint werden. Für die Bestrahlung kann auch das unsichtbare infrarote Licht verwendet werden. Der Strom der Zelle wird durch Kabel zur Verkehrsampel geleitet, deren Sockel das Verstärkerrohr und das Relais enthält. Die Ampel hat waagerechte Arme, auf deren jedem eine rote und grüne Lampe angebracht sind. Das Relais betätigt die eine oder die andere Lampe oder auch beide Lampen. Ein Wagen, der in der einen Straße zwischen Pfahl und Bordstein fährt, wird das Lichtbündel zwischen Lichtquelle und Zelle unterbrechen und das Relais betätigen, das die grüne Lampe auf dem Ampelarm in seiner Fahrtrichtung aufleuchten läßt. Gleichzeitig leuchtet auf dem Ampelarm in der kreuzenden Straße die rote Lampe auf. Dadurch wird dem Verkehr in der Querstraße Halt geboten und der ankommende Fahrer sieht, daß die andere Straße besetzt ist. Rückt dieser Fahrer in das Lichtbündel zwischen Lichtquelle und Zelle auf seiner Straße vor, wird in der Querstraße die rote Lampe auf dem Ampelarm aufleuchten. Daraus erkennt der erste Fahrer, daß auf der kreuzenden Straße ihm ein Fahrzeug entgegenkommt, er aber auf seiner Straße das Vorrecht hat. So ist jeder der beiden Fahrer über den Verkehr auf beiden Straßen unterrichtet. Das Relais bleibt für eine bestimmte Zeit in Tätigkeit, die für die Durchfahrt der Wagen durch die Kreuzung genügt. Bei Kreuzungen mit mehreren Straßen werden auf die Ampelarme entsprechend viele Lampen gesetzt, so daß die Wagen auf jeder Straße über deren Besetzung unterrichtet sind. [Génie civ. 106 (1935) S. 317.] *Pge.*

621. 313. 29 - 523 : 621. 314. 6 **Der „Stromrichter"-Motor.** — Der Motor[1]) läßt sich wie ein Kommutatormotor in der Drehzahl regeln und an ein Wechselstromnetz beliebiger Frequenz und Phasenzahl anschließen. Der gittergesteuerte Stromrichter erfüllt dabei zwei Aufgaben, nämlich stetige Spannungs- und damit Drehzahlregelung sowie die Kommutierung. Der Motor gleicht in seinem Äußeren einem Synchronmotor, die Arbeitswicklung ist im Ständer, die Erregerwicklung im Läufer untergebracht. Die Schaltung eines 400 PS-Motors, der über einanodige Stromrichter aus einem 60 Hz-Drehstromnetz gespeist

[1]) Vgl. a. M. Stöhr, Elektrotechn. u. Maschinenb. 51 (1933) S. 589; E. Kern, Elektr. Bahnen (1931) S. 313.



wird, zeigt Abb. 3. Man sieht hier, daß der Strom über die linke Stromrichtergruppe, den Motor und die rechts gezeichneten Ventile fließt. Daß eine derartige Anordnung grundsätzlich der Reihenschaltung von Gleich- und Wechselrichtern gleichwertig ist, wobei der Gleichrichter die Spannungsregelung und der Wechselrichter die Kommutierung besorgt, ist aus der Schaltung nicht ohne weiteres klar zu ersehen, prägt sich jedoch deutlich in der Anordnung der Gittersteuerung aus. Die Spannung wird durch Gittersteuerung des Gleichrichters geregelt mit Hilfe des an das Netz angeschlossenen Drehreglers; die Kommutierung des Wechselrichters dagegen wird von dem auf der



1	Strombegrenzungsdrossel	4	Trockengleichrichter
2	Motor	5	zu den Gittern
3	Drehregler	6	Kontaktgeber

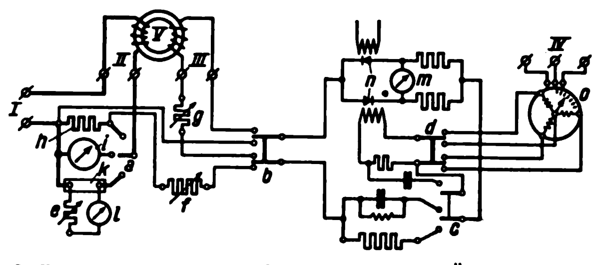
Abb. 3. Schaltung eines Stromrichter-Motors.

Motorwelle angebrachten Kontaktgeber gesteuert. Bei Stillstand und kleinen Geschwindigkeiten wird in der Weise kommutiert, daß der Halbwellenstrom jeweils von selbst Null wird; hat der Motor aber ⅓ bis ½ seiner Nenndrehzahl und damit eine gewisse Gegenspannung erreicht, dann bewirkt diese Gegenspannung die Kommutierung des Stromes. Durch Fehler in der Kommutierung, die bei Kommutatormaschinen das bekannte Bürstenfeuer hervorrufen, wird der Motorbetrieb ebenso wie durch Rückzündungen der Stromrichter nicht gestört; zur Begrenzung des Überstromes dient eine Drosselspule. Die Drehzahlkennlinien des Motors gleichen denen einer Gleichstrom-Hauptschlußmaschine, wobei den verschiedenen Drehreglerstellungen Betrieb mit veränderter Spannung entspricht. Da der Leistungsfaktor, mit dem das Netz durch einen Stromrichtermotor belastet wird, bei Spannungsregelung durch Gittersteuerung schlecht ist, eignet sich dieser Antrieb besonders für solche Maschinen und Geräte, deren Stromaufnahme bei verminderter Spannung stark abnimmt, z. B. von Lüftern. Dank der Gittersteuerung kann man in einfacher Weise selbsttätig anlassen sowie die Leistung begrenzen. [E. F. W. Alexanderson und A. H. Mittag, Electr. Engng. 53 (1934) S. 1517.] *G. Rdt.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 4 **Ferrometer.** — Das Ferrometer ist ein Meßgerät für Weicheisenuntersuchungen und sowohl im Betriebe als auch im Laboratorium zu gebrauchen. Als Meßverfahren wurde, dem weitaus häufigsten Verwendungszweck des Eisens in Wechselstromgeräten entsprechend, ein Wechselstromverfahren gewählt, als Arbeitsfrequenz 50 Hz. Mit dem Ferrometer können alle Wechselstrommessungen durchgeführt werden; auch die wichtigsten Gleichstromgrößen lassen sich damit aufnehmen. Zur Messung werden Proben verwendet, die ring- oder streifenförmig sein können. Bei Ringproben ist jede beliebige Menge und jeder beliebige Innen- oder Außendurchmesser zulässig. Als Streifenproben sind Streifen der Größen 250 · 30 mm bis herunter zu 60 · 15 mm geeignet. Erforderlich sind zwei derartige Streifen; gleichzeitig können bis zu 10 Streifen gemessen werden. Für die Messung an Streifen sind besonders gebaute Joche durchgebildet worden.

Bei der Messung mit dem Ferrometer handelt es sich an und für sich um eine einfache Strom-Spannungs-Messung. Versieht man z. B. eine ringförmige Eisenprobe mit zwei Wicklungen und schickt durch die eine Wicklung einen Magnetisierstrom, so wird dieser in der anderen eine EMK induzieren. Diese induzierte Spannung ist dann ein Maß für die erzeugte Induktion, während der Strom verhältnisgleich der magnetisierenden Kraft ist.



I	Erzeuger	d	Wirk- u. Blindkomponentenwähler		Überwachung der Entmagnetisierung
II	Primärwicklung	e	Meßbereicherweiterung f. d. therm. Gleichrichter	k	Wandler u. therm. Gleichrichter
III	Sekundärwicklung	f	Meßbereicherweiterung f. Primärkreis	l	Instrument für Wandler u. therm. Gleichrichter
IV	Drehstromnetz	g	Meßbereicherweiterung f. Sekundärkreis	m	Hauptinstrument (Lichtmarkengerät)
V	Eisenprobe	h	Nebenwiderstand	n	Schwinggleichrichter
a	Sammelschalter	i	Instrument zur	o	Drehstromphasenregler
b	Umschalter für Primär- und Sekundärkreis				
c	Umschalter zur Messung der Grundwelle				

Abb. 4. Innenschaltung des Ferrometers.

Die Innenschaltung des betriebsmäßigen Ferrometers zeigt Abb. 4. Aus der Zeichenerklärung zu diesem Bild sind leicht die einzelnen Teile zu ersehen. Als Hauptanzeigeinstrument ist ein Lichtmarkengalvanometer (*m*) vorgesehen. Es enthält ein Gleichstrommeßwerk, das über fremdgesteuerte Schwinggleichrichter (*n*) gespeist wird.



Abb. 5. Ferrometer, Universal-Eisenmeßgerät für Wechselstrommessungen an Ring- und Streifenproben.

Die Erregerleistung für die Gleichrichter wird einem Drehstrom-Phasenregler (*o*) entnommen, der gleichzeitig die Beleuchtung für das Lichtmarkengerät liefert. Als Phasenregler ist der Läufer eines kleinen Asynchronmotors gewählt. Alle diese und auch die sonstigen für die Messung wichtigen Teile sind, wie Abb. 5 zeigt, übersichtlich in einem handlichen Tragkoffer untergebracht.

Auf eine für viele Zwecke erwünschte Ergänzung zum Ferrometer sei noch hingewiesen: den Koordinatenschreiber. Durch eine Zusammenschaltung dieser beiden Einrichtungen wird es möglich, Wechselstrom-Hysteresisschleifen selbsttätig und unmittelbar aufzuzeichnen. Die

Zeit zur Aufnahme einer Kurve beträgt nur etwa 30 s, ist also geringer als bei der üblichen punktweisen Aufnahme. [W. Thal, Siemens-Z. 15 (1935) S. 61.] *Hzh.*

621. 317. 7 **Gleichrichtermeßinstrumente mit vielen Bereichen.** — Der Widerstand von Kupferoxydulgleichrichtern, die heutzutage häufig in Verbindung mit Drehspulinstrumenten zu Meßzwecken verwendet werden, sinkt mit zunehmender Amplitude der angelegten Spannung. Je nach der Größe des Vor- oder Parallelwiderstandes erhält man einen anderen Skalenverlauf. Terman weist darauf hin, daß man für sämtliche Bereiche mit einer einzigen Skala auskommt, wenn man das schwächende Netzwerk so aufbaut, daß es, vom Gleichrichter aus gesehen, in allen Fällen denselben „scheinbaren inneren Widerstand" besitzt. Eine zweite, lineare Skala wird nur dann erforderlich, wenn das Instrument gleichzeitig für Gleichstrommessungen verwendet werden soll. [Terman, Proc. Instn. Radio Engr. 23 (1935) S. 234.] *Kur.*

621. 317. 785 **Prüfungen und Beglaubigungen.** — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 378[1]):

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden den Systemen 172, 173 und 174 folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

I. Zusatz zu System 172 die Formen EFk1tR und EF3k1tR, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom.

II. Zusatz zu System 173 die Formen EMeD, EMeSt, EMeR3, EMeR3St, EMeD3, EMeD3St, EMeHR3, EMeHD, EMeHD3, EMeHR3St, EMeHDSt, EMeHD3St, EMeHKR, EMeHKR3, EMeHKD, EMeHKD3, EMeHKRSt, EMeHKR3St, EMeHKDSt, EMeHKD3St, Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom.

III. Zusatz zu System 174 die Formen EM4eD, EM4eSt, EM4eR3, EM4eR3St, EM4eD3, EM4eD3St, Induktionszähler für Drehstrom mit Nulleiter, sämtlich hergestellt von der Firma **Heliowatt Werke (früher Aronwerke) Elektrizitäts-Aktiengesellschaft** in **Berlin-Charlottenburg.**

Berlin-Charlottenburg, den 28. Februar 1935.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Stark."

Beschreibung[2]).

Die durch die Bekanntmachung Nr. 370 vom 12. I. 1935[3]) als System 172 zur Beglaubigung zugelassenen Wechselstromzähler der Formen EFk1t und EF3k1t können auch dann beglaubigt werden, wenn sie mit einem Doppeltarifzählwerk gemäß der Bekanntmachung Nr. 350 vom 27. XII. 1933[4]) ausgerüstet sind. Diese Zähler mit Doppeltarifzählwerk ohne eingebaute Uhr führen die Formbezeichnungen EFk1tR bzw. EF3k1tR.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 370 vom 12. I. 1935[5]) als System 173 zur Beglaubigung zugelassenen Drehstrom-Dreileiterzähler der Formen EMe, EMeH und EMeHK können auch dann beglaubigt werden, wenn sie als Doppel- oder Dreifachtarifzähler mit oder ohne eingebaute Umschaltuhr und mit Störungsmelder ausgerüstet sind.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 370 vom 12. I. 1935[5]) als System 174 zur Beglaubigung zugelassenen Drehstrom-Vierleiterzähler der Form EM4e können auch dann beglaubigt werden, wenn sie als Doppel- oder Dreifachtarifzähler mit oder ohne eingebaute Uhr und mit Störungsmelder ausgerüstet sind.

[1]) Reichsministerialblatt 1935, S. 99.
[2]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 378. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[3]) ETZ 56 (1935) H. 17, S. 485.
[4]) ETZ 55 (1934) S. 396.
[5]) Siehe Fußnote 3.

Elektrowärme.

621. 364. 5 : 536. 5 **Neuartiger Wärmeinhaltsanzeiger für elektrisch geheizte Überlaufspeicher.** — Beim elektrisch geheizten Auslaufspeicher ist es möglich, sich jederzeit in einfacher Weise über den noch vorhandenen Vorrat heißen Wassers zu unterrichten. Bei den Überlaufspeichern kann das gleiche mittels eines einfachen Zusatzgerätes erreicht werden, das in Abb. 6 im Schnitt und in seinem Einbau in den Heißwasserspeicher wiedergegeben ist. In dieser Abbildung stellt *a* ein verschlossenes Rohr dar, das sich über die ganze Höhe des Speicherinhalts erstreckt und eine Flüssigkeit von hohem Ausdehnungskoeffizienten enthält. Die Längenänderung dieser Ausdehnungsflüsigkeit wird durch ein Wellrohr und die Stange *c* nach außen auf eine Skala übertragen und dient als Maß für den Wärmeinhalt des Speichers. Damit alle Temperaturschichten in gleichem Maße zur Wirkung kommen, ist das starre Rohr, soweit es das Wellrohr umschließt, so erweitert, daß der von der Ausdehnungsflüssigkeit eingenommene Querschnitt in jeder Höhe von *a* annähernd gleich groß ist. Die gesamte Anordnung wird durch einen gemeinsamen Flansch *d* zusammen mit der Heizpatrone *e* in dem Boden *f* des Speichers gehalten. Die mit *c* bezeichnete, im inneren Luftraum des Ausdehnungsrohres *b* mit diesem verbundene Stange trägt an ihrem unteren Ende eine Marke, die sich in dem Schlitz einer mit Markierungen: 0, ¼, ½, ¾ voll versehenen Hülse verschieben kann und den jeweiligen Wärmezustand des Speicherinhalts anzeigt. Im Ladezustand zeigt die Marke den ungefähren Stand der Ladung an. Bei Entladung ist die Stellung der Anzeigemarke ein unmittelbares Maß für den Vorrat heißen Wassers von Regler-Ausschalttemperatur (abzüglich Temperaturverlust) während der Entnahmezeit. Messungen haben ergeben, daß ein solcher Wärmeinhaltsanzeiger für den praktischen Gebrauch genügend genau ist. Das Gerät leistet also die gleichen Dienste wie ein Wasserstandsglas oder eine Meßdose bei Entleerungsspeichern. *f.*

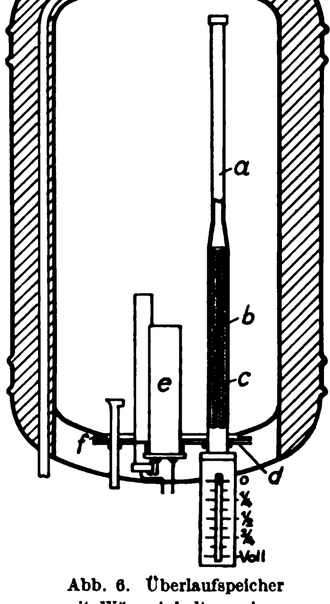


Abb. 6. Überlaufspeicher mit Wärmeinhaltsanzeiger.

621. 364. 15. 025. 6 **Ein Röhrengenerator für Induktionsheizung.** — Für kleine Tiegelschmelzen werden am Induktionsofen hohe Frequenzen benötigt. Der beschriebene Röhrengenerator ist für etwa 100 000 Hz für das Kaiser Wilhelm-Institut für Eisenforschung gebaut worden. Da für Induktionsheizzwecke Frequenzreinheit keine Rolle spielt, wird der Generator ohne Zwischenschaltung eines Gleichrichters unmittelbar mit 50periodigem Netzwechselstrom betrieben. Die verlangte Schwingleistung von 4 kW wird von drei RS15-Röhren geliefert. Um Schaltung und Aufbau so einfach wie möglich zu halten, ist keine Gegentaktschaltung verwendet, die 3 Röhren sind vielmehr in Parallelschaltung unmittelbar an die Hochspannung eines einphasigen Netztransformators angeschlossen. Für die Hochfrequenzerzeugung wird infolgedessen immer nur die positive Netzhalbwelle ausgenutzt. Die Ofenspule, in der ein kleiner Rhodiumtiegel oder das Schmelzmetall in einem keramischen Tiegel auf weit über 2000° erhitzt werden kann, bildet einen Teil des Schwingkreises, welcher in der üblichen Dreipunktschaltung erregt wird.

Da die Röhre während der negativen Halbwelle, also die Hälfte der Zeit, unbelastet ist, kann die Anodenspitzenspannung wesentlich höher liegen als die sonst



übliche Anodengleichspannung. Die Effektivspannung des Anschlußtransformators beträgt hier 4400 V, die Spitzenspannung also über 6000 V. Trotzdem kann der Wirkungsgrad des Gleichspannungsbetriebes nicht erreicht werden, da die Anodenkopplung des Schwingkreises nur auf einen Mittelwert der Anodenspannung angepaßt werden kann. Der Höchstwert des Wirkungsgrades fällt daher nicht mit dem erzielbaren Höchstwert der Leistung zusammen. Da die Ofenspule einen wesentlichen Teil des Schwingkreises ausmacht und ihre Reaktanz und Dämpfung stark von dem Ofeneinsatz abhängen, müssen Anoden- und Gitterkopplung den jeweiligen Schmelzbedingungen angepaßt werden. Daß die Frequenz durch Art und Größe des Ofeneinsatzes etwas beeinflußt wird, hat auf die Schmelzleistung praktisch keinen Einfluß. Einige in der Arbeit gezeigte Oszillogramme geben interessante Aufschlüsse über die Stromkurven am Netztransformator. Auf der Sekundärseite erscheint infolge der Gleichrichterwirkung der Röhren praktisch nur die positive Halbwelle, auf der Primärseite tritt dadurch die 2. Harmonische in einer Stärke von 80 % der Grundwelle auf, dazu kommt als starke Spitze der Magnetisierungsstrom, der eine 3. Harmonische in einer Stärke von 35 % hervorruft. Der Leistungsfaktor der Grundwelle liegt bei 0,78. — Wenn auch der Gesamtwirkungsgrad vom Netz bis auf die Schmelzleistung gerechnet bei Metallen meist unter 10 % liegen wird, so sind doch die vielseitigen Vorteile eines solchen Gerätes für das metallurgische und chemische Laboratorium nicht mit den Maßstäben der Stromwirtschaft zu messen; wesentlich ist vielmehr die Möglichkeit, mit einem stets betriebsbereiten Gerät sehr hohe Temperaturen in kürzester Zeit zu erzeugen und geregelt zu halten. [W. Fischer, Elektrowärme 4 (1934) S. 269.] *Sb.*

Verkehrstechnik.

621. 331 (45) **Die Elektrisierung der Strecke Piacenza—Bettola (Italien).** — Marco Semenza beschreibt die Bahnlinie Piacenza—Bettola (32,7 km), die der Anfang eines neuen Netzes (90,5 km) ist, welches die Dampfstraßenbahnen um Piacenza ersetzen soll. Die Linie hat normale Spurweite, um auch Güterwagen der Staatsbahn zu befördern. Die Bahn hat den Charakter einer Nebenbahn, jedoch mit großen Kurven, um höhere Geschwindigkeiten zu erreichen. Als Betriebsstrom wurde Gleichstrom 3000 V gewählt. Als Fahrdraht dient ein Kupfer-Profildraht von 100 mm², der auf den einzelnen Strecken durch Gegengewichte gespannt ist, so daß die mechanische Spannung einen steten Wert von 800 kg (8 kg/mm²) hat. Der Fahrdraht ist an einem 19drähtigen Stahlseil von 50 mm² aufgehängt. Auf den Gittermasten sind außer der Fahrleitung noch die Telephonleitung und das 7adrige Kabel für die selbsttätigen Blocksignale und für die Fernmeßeinrichtung aufgehängt.

Das Hauptunterwerk für die Stromversorgung ist bei der Haltestelle Ponte dell'Olio untergebracht. Es wurde entsprechend der verlangten Leistung mit 2 Quecksilbergleichrichtern von je 1000 kW (3000 V) mit folgender Überlastmöglichkeit ausgerüstet: Für die Dauer von 30 min 30 %, 5 min 100 % und 10 s 200 %. Im Lastenheft war über die Überlastbarkeit gesagt: Zwischen zwei aufeinanderfolgenden Überlastungen, wie hoch dieselben auch sein mögen, muß eine Betriebsdauer von mindestens 2 h mit mittlerer Normallast liegen, oder wenigstens 1 h, wenn die mittlere Belastung 50 % der Normallast betrug. Dieses Spiel darf sich beliebig oft wiederholen, ohne daß ein Schaden bzw. Temperaturerhöhungen über 65 ° eintreten. Ein Zeitschalter setzt morgens zur bestimmten Zeit das Werk in Betrieb und schaltet dasselbe abends aus; er sorgt auch dafür, daß die Gleichrichter jeden Tag abwechselnd in Betrieb sind, um sie immer betriebssicher zu erhalten und besonders das Vakuum zu halten. Das zweite Unterwerk Piacenza dient zur Reserve, der Vereinigung der Leistungsmessungen und der Lastverteilung. Dem Reservecharakter entsprechend, ist hier nur eine Gleichrichtergruppe aufgestellt, es ist aber wie in Ponte dell'Olio Raum für eine weitere Gruppe vorhanden. Dieses Werk ist mit einem induktiven Spannungsregler für die Drehstromseite ausgerüstet, der die Spannung auf 23 500 V hält. Außerdem ist ein selbsttätiger Lastregler vorhanden, der aus einer Reaktanz mit Eisenkernen besteht, die Anzapfungen für die verschiedenen Werte (bis 20 %) hat. Die Wirkungsgrade der Unterwerke vom Eintritt der Hochspannung bis zu den Gleichstromsammelschienen waren bei den Leistungen 1200, 900, 600 und 300 kW gewährleistet mit 95,5, 95,7, 95,7, 94,7 %. Bei der Abnahme wurde die Überlast von 200 % auf 2 min ausgedehnt. Im Zusammenarbeiten des Gleichrichters mit dem vorgesehenen Schnellauslöseschalter wurden bei der Probe 15 Kurzschlüsse mit Pausen von 30 s gemacht. Es zeigten sich keine Mängel.

Die Linie ist mit selbsttätiger Blocksicherung versehen derart, daß zwei Züge in entgegengesetzter Fahrrichtung im gleichen Blockfeld nicht fahren können und zwei Züge in gleicher Richtung nur im Abstand des halben Blockfeldes. Jede Haltestelle hat ein Ausfahrt- und Einfahrtsignal; ferner befindet sich auf der Strecke ein Zwischensignal. Die Signale sind Lichtsignale, die bei jedem Wetter, und auch am Tage, auf mindestens 500 m Sicht erkennbar sein müssen. In den Haltestellen werden Signale und Weichen elektrisch gestellt, in den Bahnhöfen die Signale elektrisch, die Weichen aber durch Drahtzug. Die Strecke ist mit Telephonapparaten für Wahlanruf ausgerüstet, so daß durch Nummernwahl je zwei beliebige Sprechstellen miteinander in Verkehr treten können.

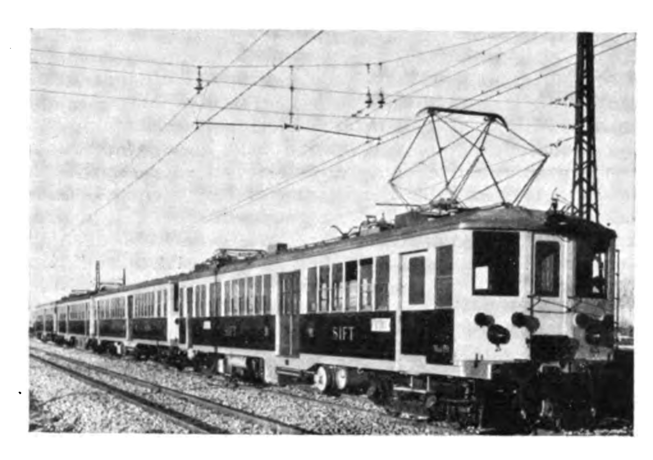


Abb. 7. Triebwagenzug der elektrischen Bahn Piacenza—Bettola (Italien).

Die Triebwagen (Abb. 7) haben eine Länge von 20,69 m bei einer Breite von 3 m; die Anhänger haben die gleichen Abmessungen. Die Triebwagen sind mit vier Motoren für je 1500 V ausgestattet, von denen immer zwei hintereinander geschaltet sind. Sie sind aber für eine Spannung von 3600 V isoliert. Zur Feldschwächung ist ein induktiver Nebenschluß vorgesehen, der die Erregung bis 60 % der normalen zu verringern gestattet. Die höchste Drehzahl ist 1600 U/min, entsprechend einer Stundengeschwindigkeit von 112 km. Die Elektrolokomotiven der Lastzüge haben die gleiche elektrische Ausrüstung, nur mit dem Unterschied, daß die Übersetzung der höchsten Motorendrehzahl einer Stundengeschwindigkeit von 62 km entspricht. Jeder Wagen hat zwei Bügelstromabnehmer. Das Schleifstück besteht aus Stahlblech mit sechs Kupferschienen und ist für einen Anfahrstrom von 500 A berechnet. [M. Semenza, Elettrotecn. 21 (1934) S. 507, 525, 568, 590.] *Rtz.*

Bergbau und Hütte.

621. 317 : 55. 03 **Neues geoelektrisches Meßverfahren.** — Wenn man einen elektrischen Wechselstrom im Frequenzbereich 0,1 bis 5 Hz durch die Erde leitet, so werden in der letzteren elektrolytische Erscheinungen ausgelöst, die eine endliche Zeit zu ihrem Entstehen und zu ihrem Verschwinden brauchen und die eine Dispersion des Widerstandes und der Kapazität des durchsetzten Bereiches und eine Spannungsabhängigkeit dieser Dispersionserscheinungen verursachen. Das hierdurch bedingte dynamische Verhalten der Strömung wird nun dazu benutzt, um die Relaxationszeit der ausgelösten elektrolytischen Erscheinungen selbst zu bestimmen. Die Versuchsanordnung besteht aus einem durch einen Generator gespeisten Meßkreis mit Ventil und Kondensator, zu welchem die Erde im Nebenschluß liegt. Dieser Meßkreis ist so bemessen, daß seine dynamische Charakteristik im Falle einer rein ohmschen Belastung in weiten Grenzen unabhängig von der Größe des Belastungswiderstands ist. Bei Belastung durch die Erde wird nun aber das dynamische Gleichgewicht dieses Meß-

kreises gelöst, und es gelingt mittels zweier weiterer Meßkreise, den zeitlichen Verlauf der elektrolytischen Vorgänge und den zeitlichen Verlauf der Erregerströme auf einem Filmstreifen zu verzeichnen.

Es werden dann praktische Versuchsergebnisse aus einem deutschen Erdölfeld beschrieben. — Eine weitere Arbeit behandelt den geophysikalischen Nachweis des Zechsteindolomits, dessen Tiefe mit einem Fehler von nur 2 % ermittelt werden konnte. [O. Hecker, Forschg. u. Fortschr. 11 (1935) S. 12.] *Sb.*

Elektrische Antriebe.

621. 34 : 621. 87 **Antrieb von Motoren für Stückgut-Hafenkräne.** — Im Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft Bd. 13 steht auf S. 69 ein Aufsatz von Neumann[1]) und auf S. 90 ein solcher von Gewecke[2]), die beide diese Frage erörtern. Im Neumannschen Aufsatz sind Untersuchungen an den Kaikränen der Hamburger Hafenanlagen veröffentlicht. Bei einer Höchstleistung von 30 kW eines Hubwerkes sinkt der Leistungsverbrauch je Hubwerk bei gleichzeitigem Betrieb von 382 Hubwerken von 30 auf 2,13 kW je Hubwerk und der Gleichzeitigkeitsfaktor von 1 auf 0,071. Je Kranspiel ergibt sich dabei ein Verbrauch von 0,055 kWh und daraus ein jährlicher Stromverbrauch von 1500 kWh je Kranhubwerk. Infolge des niedrigen Gleichzeitigkeitsfaktors ist die Belastung gut. Es werden nun die Anforderungen des Umschlagbetriebes an die elektrische Kranausrüstung festgelegt[3]). Aus der Ermittlung der jährlichen Betriebskosten geht hervor, daß die Stromkosten bei den in Frage kommenden Krananlagen nur etwa 2 bis 3 % der jährlichen Gesamtkosten ausmachen. Für die Versuche wurde ein mittleres Kranspiel für verschiedene Fälle des Lösch- und Ladebetriebes ermittelt, wobei sich Hubwege bis über 9 m ergaben. Es wurden nun an verschiedenen Kränen insgesamt 6 Meßreihen durchgeführt.

1. 3 t-Halbportalkran mit Gleichstrom-Hauptschlußmotor.
2. 3 t-Rollkran, Drehstrom-Induktionsmotor.
3. 2,5 t-Vollportalkran, Drehstrom-Doppelkranmotor.
4. 4 t-Verladebrücke, Deri-Doppelrepulsionsmotor.
5. 5 t-Halbportalkran, Gleichstrom-Hauptschlußmotor.
6. 5 t-Vollportalkran, Deri-Doppelrepulsionsmotor.

Keine der untersuchten Anlagen ist mit elektrischer Senkbremsung versehen. Die Berechnung der Spieldauer ergab Zeiten von 18,4 bis 44,0 s für verschiedene Umschlagarten und Motoren, die relative Einschaltdauer lag zwischen 11,2 und 25,8 %.

Die Betriebsversuche wurden tunlichst unter gleichen Verhältnissen durchgeführt und die Ergebnisse teils in Raumdiagrammen, teils in Kurven aufgetragen, dabei zeigte sich eine Überlegenheit des Gleichstrom-Hauptschlußmotors in bezug auf Geschwindigkeit. Am schlechtesten kommt der Drehstrom-Doppelkranmotor dabei weg. Beim Senken scheint der Drehstrom-Induktionsmotor etwas besser abzuschneiden. Aus den Untersuchungen glaubt der Verfasser den Schluß ziehen zu können, daß bei den für den Hamburger Hafen geltenden Umschlagsverhältnissen der Gleichstrom die zweckmäßigste Stromart von Stückgut-Kaikränen sei.

Im Geweckeschen Aufsatz wird vor allem festgestellt, daß etwa von 1925 an eine stärkere Verwendung des Drehstromes für Stückgut-Hafenkranausrüstungen eingesetzt hat, und daß dabei insbesondere die elektrischen Senkbremsschaltungen fast ausschließlich verwendet werden. Eine Statistik der Neuanschaffungen ergibt eine überwiegende Mehrheit für Drehstromausrüstungen. Ein Vergleich der Regelkurven für Heben und Senken bei zeitgemäßem Gleichstrom- und Drehstromausrüstungen und elektrischer Senkbremsschaltung ergibt, daß der Gleichstrom-Reihenschlußmotor beim Heben leichterer Lasten schneller läuft als der Drehstrommotor, dafür aber mit Rücksicht auf die Stromwendung langsamer senken muß.

[1]) „Die Stromart für den Betrieb von Stückgut-Kaikränen im Seehafen- und Umschlagsverkehr" von Dr.-Ing. H. Neumann.

[2]) „Gleichstrom oder Drehstrom? Betrachtungen zur Wahl der Stromart für Stückgut- und Hafenkrane bei Verwendung elektrischer Senkbremsschaltungen" von Dr.-Ing. Joh. Gewecke.

[3]) Dabei werden einige Behauptungen aufgestellt, die keineswegs allgemein gelten können, wie beispielsweise die, daß der Gleichstrom-Hauptschlußmotor die kleinsten Umlaufmassen haben soll und daher die größte Fördergeschwindigkeit erreicht, und daß der Asynchronmotor für eine 50% höhere Leistung ausgeführt werden muß als der Gleichstrommotor und daher teurer wird.

Es wird nun ein rechnerischer Vergleich für die Gleichstrom- und Drehstromausrüstung eines und desselben 3 t-Stückkranes durchgeführt, wobei gleiche Hubgeschwindigkeit von 1 m/s, gleicher Hubwirkungsgrad von 0,8, gleicher Senkwirkungsgrad 0,75, gleiche Grunddrehzahl $n = 580$ und gleiches GD^2 von 17 kgm² für beide Triebwerke angenommen sind. Unter Vernachlässigung der Massenwirkungen ergibt sich für den Drehstrom-Asynchronmotor eine um 14 bis 16 % längere Spieldauer als für den Gleichstrom-Hauptschlußmotor bei 3000 kg Last, während der Unterschied bei 1000 kg Last etwa 30 % beträgt. Unter Berücksichtigung der Massenwirkungen sind die Unterschiede in den Spieldauern noch erheblich kleiner. Zum Ausgleich der unterschiedlichen Spielzeiten kann man entweder die Drehzahl des Drehstrommotors um die Unterschiedswerte heraufsetzen oder eine andere Getriebeübersetzung wählen. Da sich im letzteren Fall auch das GD^2 der Winde wesentlich verändert, ist im allgemeinen der erste Fall der zweckmäßigste. Durch die Erhöhung der Drehzahl wird die Leistung des Drehstrommotors größer. Man muß also einen 22 kW-Gleichstrommotor bei Vollast mit einem 24 kW-Drehstrommotor und bei Drittellast mit einem 26,4 kW-Drehstrommotor vergleichen.

Geschlossene Drehstrom-Hebezeugmotoren haben etwa 70 % des Schwungmomentes von geschlossenen Gleichstrommotoren gleichen Nennmomentes. Die Schwungmomente offener Motoren sind annähernd gleich. Bei geschlossenen Drehstrommotoren wird somit das GD^2n^2 der gesamten Winde etwas kleiner als bei geschlossenen Gleichstrommotoren, während bei offenen Drehstrommotoren die Anlauf- und Verzögerungszeiten im Mittel 17 bis 40 % längere sind. Da jedoch bei offenen Motoren das Schwungmoment etwa 20 % kleiner ist als bei geschlossenen, spielt der Unterschied in Anlauf- und Verzögerungszeit keine wesentliche Rolle. Man kann demnach bei richtiger Bemessung der Drehmomente und Drehzahlen und Verwendung von elektrischer Senkbremsschaltung die Leistungsfähigkeit von Drehstrom- und Gleichstromhubwerken hinsichtlich ihrer Spielzeiten gleich gestalten.

Einerseits haben die Drehstrommotoren einen besseren Wirkungsgrad als die entsprechenden Gleichstrommotoren, anderseits sind die Senkbremsschaltungen bei Drehstrommotoren hinsichtlich des Stromverbrauches günstiger als bei Gleichstrommotoren, und weiterhin kostet die Gleichstrom-Hubwerkausrüstung eines 3 t-Kranes 25 bis 40 % mehr als die Drehstromausrüstung für gleiche Umschlagsleistung, was bei einem Preisanteil von 10 bis 20 % an den gesamten Krankosten eine Verteuerung von 4 bis 5 % bedeutet. Dazu kommen noch die bedeutend höheren Wartungs- und Reparaturkosten für die Gleichstromausrüstung. Wenn zwischen beiden Stromarten gewählt werden kann, wird man sich daher heute, wie auch die Statistik bestätigt, hauptsächlich für Drehstromausrüstungen entscheiden. [H. Neumann, J. Gewecke, Jb. hafenbautechn. Ges. 13 (1934) S. 69 u. 90.] *F. U.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 029. 6 **Sendung und Empfang von Zentimeterwellen.** — Die Versuche, über die J. Wolff, E. G. Linder und R. A. Braden berichten, sind außer durch die Länge der erzeugten Wellen von nur 9 cm bemerkenswert durch die verhältnismäßig große Leistung des Senders von 2,5 W. Es sind zwar schon erheblich kürzere Wellen, nämlich von nur 1 cm Länge, erzeugt worden[1]), doch war die dabei erzielte Leistung sehr gering. Die erzeugte Leistung wurde mit einem geeichten Strahlungsmesser ermittelt. Dieser bestand aus einem Dipol mit einem in der Mitte eingeschalteten Thermostrommesser. Zu den Feldstärkemessungen wurden ähnliche Strahlungsmesser verwendet. Die zugehörigen Thermoinstrumente konnten bei Tonfrequenz geeicht werden, da der Widerstandsdraht aus Konstantan und Chrom nur 0,18 mm stark war und Widerstandserhöhung durch Stromverdrängung infolgedessen nicht zu erwarten war. Die Feldstärke E wurde aus dem Strom I im Strahlungsmesser, der effektiven Länge $l = \lambda/\pi$, dem Strahlungswiderstand $R_T = 74\,\Omega$ und dem Widerstand des Thermoelementes R_R nach der Formel berechnet: $E = (R_T + R_R) \cdot I/l$. Die Verluste im Di-

[1]) C. E. Cleeton u. N. H. Williams, Phys. Rev. 45 (1934) S. 234.



pol selbst, in der Isolation, in den Drosseln usw. wurden als vernachlässigbar angenommen. Zur Erzeugung der 9 cm-Wellen wurde eine besondere Ausführung des Schlitz-Anoden-Magnetrons, Endplatten-Magnetron genannt, verwendet. Wie bei dem gewöhnlichen Schlitz-Anoden-Magnetron sind koaxial mit dem geraden Heizfaden zwei halbzylindrische Anodenbleche angeordnet, an die je ein Draht des Paralleldrahtsystems angeschlossen ist. Dieses ist mit der Dipolantenne abgeschlossen, die im Brennpunkt eines parabolischen Reflektors angeordnet ist. Das ruhende Magnetfeld verläuft parallel zum Heizfaden. Das Endplatten-Magnetron ist nun durch zwei runde Platten an den Stirnseiten des (geschlitzten) Anodenzylinders gekennzeichnet, an die eine positive Spannung angelegt wird. Das elektrostatische Feld dieser Endplatten hat einen ähnlichen Einfluß wie die Neigung des Heizfadens gegenüber den magnetischen Kraftlinien, von der aus deutschen Arbeiten[1]) bekannt ist, daß sie die Leistungsausbeute wesentlich erhöht. Durch die Neigung des Heizfadens bzw. das elektrostatische Feld der Endplatten wird eine schraubenlinienförmige (anstatt kreisförmige) Bewegung der Elektronen erzielt, wodurch die störenden Raumladungswirkungen geringer werden. Eine weitere Verbesserung wurde durch Anbringen eines Kurzschlußbügels auf der Paralleldrahtleitung in der Nähe der Anoden erzielt. So wurde der für diese Wellen sehr hohe Anodenwirkungsgrad von 12 % erreicht. Da die Stärke der Schwingungen von dem Verhältnis der Anodenspannung und der Endplattenspannung abhängt, kann die Modulation durch Beeinflussung einer dieser Spannungen vorgenommen werden. Dabei ist jedoch das Auftreten einer unerwünschten Frequenzmodulation gleichzeitig mit der Amplitudenmodulation unvermeidlich. Um Empfangsschwierigkeiten durch diese Frequenzmodulation zu vermeiden, wurde ein neuartiges Modulationsverfahren entwickelt. Vor dem Reflektor des Senders wurde ein ebenes Gitter aus einer schlangenförmig gewundenen, gasgefüllten Glasröhre angebracht. Durch Anlegen einer Gleichspannung an die Elektroden am Ende der Röhre wurde eine Gasentladung eingeleitet. Dieser Gleichspannung wurde die modulierende Spannung überlagert, so daß die Ionendichte in der Röhre und damit auch die Brechung und Absorption der durchtretenden elektrischen Wellen entsprechend der modulierenden Spannung geändert, diese also moduliert wurden. Die Wirkung der Gasentladungsröhre entspricht vollkommen der der Ionosphäre bei längeren Wellen.

Ausbreitungsmessungen wurden bis auf eine Entfernung von 24 km angestellt. Als Meßgerät diente ein Detektorempfänger mit Niederfrequenzverstärker und Thermoinstrument im Ausgang. Da die Feldstärke im ungestörten Feld umgekehrt proportional mit der Entfernung abnahm, kann gefolgert werden, daß die Wellen keinerlei Absorption in der Atmosphäre erfahren. Von den untersuchten Kristalldetektoren erwies sich der Eisenpyrit-Detektor als der wirksamste. Er hat den Nachteil, daß seine Gleichrichtereigenschaften sehr wenig konstant sind. Deshalb wurde versucht, Röhrengleichrichter zu verwenden. Die Röhren mit positivem Gitter erwiesen sich als recht geeignet. Es ergab sich eine eigentümliche Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Gitterspannung, und zwar tritt eine ganze Anzahl von Höchstwerten auf, wobei die zugehörigen Gitterspannungen den Elektronenlaufzeiten in der Röhre entsprechen, die ein ganzes Vielfaches der Wellenlänge sind. Auch das Schlitz-Anoden-Magnetron wurde zum Empfang verwendet. Bei geeigneter Einstellung der Stärke des Magnetfeldes hatte dieser Empfänger von allen untersuchten die größte Empfindlichkeit. [J. Wolff, E. G. Linder u. R. A. Braden, Proc. Instn. Radio Engr. 23 (1935) S. 11.] *H. Bkm.*

621. 396. 828. (41/42) Rundfunkentstörung in England. — I. Die englische Postverwaltung hat eine über das ganze Land ausgedehnte Rundfunkentstörungsorganisation geschaffen (s. unten, Bericht II). Die dafür benötigten Mittel werden aus den Funkgebühren bestritten. Gegenwärtig werden 40 000 Störungsfälle jährlich bearbeitet. Die Zunahme der Klagen über Rundfunkstörungen in den letzten beiden Jahren wird auf folgende Gründe zurückgeführt, die ihrer Bedeutung nach geordnet sind:

[1]) Slutzkin u. Steinberg, Ann. Physik 1 (1929), S. 658.

1. Zunahme der Empfindlichkeit der Rundfunkempfänger,
2. Zunahme der Teilnehmer,
3. Zunahme der Zahl elektrischer Geräte in Haus- und Geschäftsbetrieb,
4. Einrichtung des amtlichen Entstörungsdienstes.

Die Störungen werden ihrer Herkunft nach in drei Klassen eingeteilt:

1. Störungen, die von der Störquelle auf die Antenne überstrahlen,
2. Störungen, die aus dem Leitungsnetz öffentlicher Anlagen auf die Antennenzuführung strahlend einwirken,
3. Störungen, die von der Quelle auf irgendein Leitungsnetz übergehen und von da auf die Antenneneinführung weiterstrahlen.

Der Hauptträger der Störungen ist das allgemeine Leitungsnetz. Zur Abwehr der Störungen bieten sich zwei Möglichkeiten: Entweder führt man die Störbefreiung am Entstehungsort der schädlichen Frequenzen durch, oder man verhindert ihre Übertragung durch Strahlung und Fortleitung. Für diese beiden Grundarten der Störbefreiung werden verschiedene Schaltungen angegeben, die allgemein bekannt sind. Über Störungen, die von Quecksilberdampf-Gleichrichtern und medizinischen Geräten ausgehen, finden sich im genannten Aufsatz ausführliche Abhandlungen. Bei Quecksilberdampf-Gleichrichtern bildet der Lichtbogen die eine Störquelle, die andere ist in der niederfrequenten Komponente zu suchen, die dem Ausgangsstrom überlagert ist. Die Beseitigung dieser schädlichen Einflüsse kann auf verschiedene Weise erfolgen. Für die medizinischen Anlagen ist die Abschirmung das fast einzige wirksame Abwehrmittel. Die Drosselspulen, die von der englischen Postverwaltung für Rundfunkentstörung gebraucht werden, sind in 6 Stufen genormt. Die Kondensatoren, die in England bei der Verwaltung und auch sonst gebräuchlich sind, steigen der Größenordnung nach um 2 μF.

Im Aufsatz wird die Tatsache herausgestellt, daß in allen Ländern, wo Gesetze die Rundfunkentstörung vorschreiben, den Besitzern von elektrischen Einrichtungen die Pflicht zur Entstörung auferlegt ist. Eine gesetzliche Bestimmung, wonach künftig nur entstörte Geräte auf den Markt gebracht werden dürfen, wird für zweckmäßig gehalten.

II. A. C. Warren behandelt den gleichen Gegenstand. Er geht von der Entwicklung des englischen Rundfunkwesens aus, das im Jahre 1923 60 000 und 1934 7 Mill Teilnehmer zählte. Die Zahl der gestörten Teilnehmer beziffert sich auf 10 %. Die Postverwaltung als Fernmeldebehörde hat keine rechtliche Handhabe gegenüber den Besitzern störender Anlagen, sondern kann nur die Untersuchungen durchführen und mit den Eigentümern im guten verhandeln. Diese Arbeit ist der „Ingenieurabteilung" übertragen. Das Problem der Rundfunkentstörung hat 1933 eine solche Wichtigkeit erlangt, daß die Instn. electr. Engr. einen Ausschuß zu Beseitigung der Schwierigkeiten einsetzte. Bei den widersprechenden Interessen der beteiligten Störerkreise war die Aufgabe nicht einfach. Die Postverwaltung ließ Fragebogen betreffend Rundfunkstörungen ausfüllen. Im gleichen Jahr wurde eine völlige Neuordnung des Entstörungsdienstes durchgeführt. Das „Engineer-in-Chief's Office" regelt die Arbeit in den Bezirken, entwickelt die Entstörungstechnik, besorgt die technische Ausrüstung usw. In den Bezirken sind Beamte für den Untersuchungsdienst eingesetzt. Die Leiter sind hauptamtlich tätig, ihre Mitarbeiter teils hauptamtlich, teils nebenamtlich. Jeder Beamte dieses Arbeitsgebietes wird einen Monat in der Dollis Hill Training School ausgebildet. Der Lehrgang umfaßt die Grundlagen der Rundfunktechnik, Störungsuntersuchungen und Lizenzfragen. Die Ausrüstung der Bezirksstellen mit Entstörungsmitteln ist einheitlich. Als Störsuchgerät dient ein Superheterodyn-Empfänger mit entsprechenden baulichen Abwandlungen. Die benötigten Einzelteile sind zu einer tragbaren Ausrüstung vereinigt. [I: Electrician 114 (1935) S. 151 u. 179 und II: Post Office electr. Engr. J. 28 (1935) April, Teil 1.] *Fl.*

621. 396. 933 Fernmeldeverbindungen für den Atlantikflug des italienischen Geschwaders. — Für den großen Atlantikflug des italienischen Geschwaders im Juli und August 1933 unter dem Oberbefehl des Luft-



fahrtministers General Balbo war im neuen Erdteil ein ausgezeichnetes Nachrichtennetz bereitgestellt worden. Der Flug ging von Orbetello nach Amsterdam, Londonderry, Reykjavik, Cartwright, Shediac, Montreal, Chikago, New York, Shediac, Shoal Harbor, Azoren, Lissabon und nach Rom. Während des Transozeanfluges übernahm die International Telephone und Telegraph Corporation nach eingehenden Besprechungen den zentralen Nachrichtendienst. Die Aufgaben des Nachrichtendienstes bestanden in folgendem:

a) Herstellung ununterbrochener Zweiweg-Funktelegraphie-Verbindungen zwischen dem Flugzeuggeschwader, den Landeplätzen und dem italienischen Luftfahrtministerium während der ganzen Dauer des Fluges.
b) Übermittlung von Wetterberichten und Wettervorhersagen an das Geschwader. Zu diesem Zweck mußten Wetterberichte von Dampfern eingesammelt werden, die sich im Gebiete der Flugstrecken bewegten. Desgleichen wurden Wetterberichte der beteiligten Land- und Küstenstationen eingeholt.
c) Übermittlung der empfangenen Berichte an die New-Yorker Wetterdienststelle zur Auswertung in zuverlässige Wettervorhersagen.
d) Übertragung der Wettervorhersagen an den Kommandanten des Geschwaders zu festgelegten Stunden und auf Anforderung.

Abgesehen von den zahlreichen Küsten- und Transozeanstationen, die die ITT für den Flug zur Lösung der obengenannten Aufgaben zur Verfügung stellte, sicherte das Luftfahrtministerium den Überseeweg durch zwei Unterseeboote und eine Anzahl anderer Fahrzeuge, die mit Mittel- und Kurzwellengeräten eigens für den besonderen Zweck ausgerüstet waren. Die Seeflugzeuge selbst wurden mit hochwertigen Funkeinrichtungen ausgestattet. Jede Anlage bestand aus einem 400 W-Sender und einem Empfänger für kurze wie für lange Wellen (22 bis 99 und 500 bis 2500 m). Jedes Flugzeug erhielt außerdem einen besonderen Empfänger für Funkpeilung. Alle festen wie beweglichen Stationen, die zum Nachrichtendienst herangezogen waren, mußten während der tatsächlichen Flugstunden ständig Beobachtungen durchführen. Nachrichtenverbindungen in Neufundland und Kanada wurden mitbenutzt.

Eingehende Vorversuche in den Monaten Mai und Juni zielten darauf ab, die Wellenlängen festzustellen, die für das Zusammenspiel der Funkstellen am geeignetsten waren. Für den Verkehr der Hilfsschiffe und der Stützpunkte an Land von und zu den Flugzeugen wurde die Welle 840 m benutzt, für den Verkehr der Flugzeuge untereinander eine Welle von 900 m. Auf der gleichen Welle wurden die Funkpeilzeichen gegeben. Um in Unglücksfällen sofort Hilfe bei der Hand zu haben, wurde festgelegt, daß dem Chef des Marinenachrichtenwesens und dem Ersten Nachrichtenoffizier bei der Armee in Washington alle Nachrichten über den Flugverlauf zugänglich gemacht werden sollten. Zum Glück brauchte man von dieser Regelung keinen Gebrauch zu machen. — Der Erfolg des glücklichen Transozeanfluges hing zweifellos nicht vom Können der Flieger allein, sondern auch von dem vorzüglich organisierten Nachrichtendienst ab, der bei dem ungeheuren Aufgebot an personellen und materiellen Mitteln allerdings kaum versagen konnte. [E. W. Stone, Elektr. Nachr.-Wes. 13 (1934) S. 71.] *Fl.*

621. 396. 67. 015. 3 : 621. 383 **Lichtelektrische Zellen im Überspannungsschutz von Antennenanlagen.** — Der Überspannungsschutz der Antennenanlagen von Funksendern besteht im allgemeinen aus Funkenstrecken, die parallel zu den gefährdeten Geräten liegen. Bei hohen Betriebsspannungen an der zu schützenden Stelle ist die Einstellung der Funkenstrecke schwierig, wenn sie noch schützen und dabei auf betriebsmäßige Spannungsspitzen, z. B. bei starker Modulation, nicht ansprechen soll. Tritt durch Vorgänge im Betrieb oder durch atmosphärische Entladungen ein Lichtbogen ein, so erlischt er infolge der Nachlieferung von Hochfrequenzenergie bei Sendern großer Leistung nicht mehr, was unübersehbare Rückwirkungen auf den Sender zur Folge hat.

Zur Meisterung dieser Schwierigkeiten hat man beim 500 kW-Sender WLW in Cincinnati, Ohio, eine Photozellenanordnung angebracht, die durch den übergehenden Funken belichtet wird. Dabei betätigt sie eine ähnliche Schaltanordnung, wie sie bei uns beim Auftreten von Lichtbögen in den Hochleistungsröhren verwendet wird. Sie schaltet die Hochspannung der Gleichstromseite schnell ab und läßt sie selbsttätig wiederkehren, sobald der Lichtbogen durch die Energiewegnahme erloschen ist. Wie die Zelle vor der Einwirkung von Tageslicht geschützt wird, ist aus der Mitteilung nicht zu entnehmen.

(Anmerkung des Berichters): Die für deutsche Sender großer Leistung vorgesehene Schutzeinrichtung, die z. Z. erprobt wird, spricht nicht auf Lichterscheinungen an einer bestimmten Schutzfunkenstrecke an. Sie schaltet vielmehr bei jeder Störung der Antennenanlage einschl. Energieleitung die Energiezufuhr kurzzeitig ab, da sie auf Verstimmungen und Belastungsänderungen anspricht. Nach Wegfall der Störungsursache wird der Sender wieder selbsttätig eingeschaltet. [Popular Wireless v. 9. 3. 1935.] *Gug.*

621. 315. 2 : 621. 39 **Freßschäden an Fernsprechkabeln in Hongkong.** — Korrosionsvorgänge an Fernsprechkabeln im Stadtteil Viktoria von Hongkong haben Anlaß zu eingehenden Untersuchungen gegeben. Diese Freßschäden sind wesentlich bedingt durch die topographische Lage und das Klima von Viktoria. Viktoria ist auf den Abhängen eines Hügels erbaut, der den Hafen überragt. Nur eine einzige langgestreckte Straße ist vorhanden, um die unterirdischen Anlagen der verschiedenen öffentlichen Dienste aufzunehmen. Diese Anlagen haben daher nur geringe Abstände untereinander. Hier verläuft auch die Straßenbahn, deren Länge 13,7 km (8½ engl. Meilen) beträgt. Ihre Gleichspannung ist 550 V. Die elektrisch miteinander verbundenen Schienen ruhen auf Beton. Ein Schienenspeisekabel liegt längs der Schienen und ist in Abständen von 0,8 km mit ihnen verbunden. Der nach englischen Bestimmungen zulässige Spannungsabfall von 7 V zwischen Kraftwerk und Endpunkt der Bahn wird nicht überschritten. Die Belastungsverhältnisse sind an Werktagen recht gleichmäßig. Bei den vielen tropischen Niederschlägen Hongkongs liegen die Schienen häufig im Wasser.

Die Hauptrohrstränge der Fernsprechkabel haben überall nur wenige Meter Abstand von der Straßenbahn. Die älteren Kanäle bestehen aus bitumengetränktem Papier (Fiber) und sind, zu mehreren zusammengefaßt, durch eine Betonpackung geschützt. Ein anderer Kabellinienzug ist in Mehrfachformstücken von glasiertem Ton untergebracht; für die zuletzt verlegten Linienzüge endlich hat man Zementrohre mit wasserdichten Stoßfugen verwendet. Nur im äußersten östlichen Teil von Viktoria hat man stahlbandbewehrte Kabel unmittelbar in die Erde gelegt.

Als im Jahre 1931 die ersten Kabelfehler auftraten, wurden auf der ganzen Strecke die Spannungen zwischen Kabelmänteln und Schienen gemessen. Es ergab sich, daß — wie zu erwarten — die Schienen am fernen Ende der Straßenbahn positives Potential gegen die Kabel aufwiesen, so daß hier Strom aus den Schienen über die Erde in die Kabel eintrat (Schutzzone). Diese Spannungsunterschiede betrugen im Osten der Linie bis zu 6 V. Nahe den Kraftwerken dagegen waren die Kabel positiv gegen die Schienen, d. h. an diesen Stellen trat der Strom wieder aus den Kabelmänteln aus und gab Anlaß zu den Freßvorgängen (Gefahrenzone). Bei den meisten Freßstellen waren die Kabelmäntel an der Unterseite angegriffen, wo die Kabel vermutlich im Wasser gelegen hatten. Im allgemeinen handelte es sich um kleine Löcher, aber in einigen Fällen erstreckte sich der Schaden auf einige Meter Länge, wo steilrandige Krater neben längeren Flächen auftraten, die mit einem grauen pulverartigen Niederschlag ausgefüllt waren.

Um einem Weitergreifen der Freßschäden vorzubeugen, wandte man die elektrische Dränage an, indem man Schienen und Kabel in der Nähe der beiden Kraftwerke elektrisch miteinander verband. Eine dieser beiden Verbindungen führte dabei bis zu 80 A. Das Ergebnis war für die Gefahrenzone günstig; ihre Ausdehnung wurde geringer und die Spannungsunterschiede zwischen Kabel und Schiene in dieser Zone nahmen ab. Dafür stiegen sie aber am Ende der Linie erheblich an, weil die Dränageverbindung den Übergangswiderstand zwischen Schienen und Kabelnetz naturgemäß herabsetzt und damit zu einer Erhöhung des Kabelmantelstroms führt. Der Wert von

80 A war zu hoch, um nicht zu Gefährdungen des Kabelmantels durch Wärmewirkungen Anlaß zu geben. Man ermäßigte ihn daher auf 40 A, indem man in die Dränageverbindung zwischen Kabel und Schiene einen entsprechenden Widerstand einschaltete.

Schließlich wurden im Februar 1934 bei dem westlich gelegenen Kraftwerk noch Versuche mit Saugeinrichtungen gemacht, die den Zweck haben, die Rückkehr des Schienenstroms in das Schienenspeisekabel zu erleichtern. Die Ergebnisse waren günstig, indem nunmehr 40 % der Irrströme im westlichen Bezirk in das Speisekabel abgelenkt bzw. zurückgeführt wurden. Damit zugleich nahm die Gefahrenzone um 20 % in ihrer Ausdehnung und in der Höhe ihrer Spannungsunterschiede Kabel—Schiene ab. Auf die Verhältnisse im östlichen Abschnitt hatte diese Saugvorrichtung allerdings keinen Einfluß[1]). [Electr. Rev., Lond., 115 (1934) S. 893.] *Jgr.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

537. 523 **Die Zündung einer bestrahlten Funkenstrecke.** — Wird bereits bei der Zündung einer bestrahlten Funkenstrecke die Raumladung berücksichtigt, so ergibt sich für den Übergang von der unselbständigen in die selbständige Entladung ein ganz bestimmter Wert für die Stromdichte. Die Rechnung ergibt einen Gang dieser Zündstromdichte mit der Wurzel aus der Dichte des Fremdstromes, der durch Bestrahlung der Kathode aus dieser als Elektronenstrom ausgelöst wird. Die Zündspannung sinkt mit zunehmender Bestrahlung ab. Die Absenkung wächst ebenfalls mit der Wurzel aus der Fremdstromdichte. [W. Rogowski u. W. Fucks, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 5 S. 362.]

539 **Adsorbierte Oberflächenschichten, Wandern von adsorbierten Atomen.** — Atome, die an der Oberfläche fester Körper adsorbiert sind, können innerhalb bestimmter Temperaturgrenzen längs der Grenzflächen der festen Körper wandern. Diese Beweglichkeit der adsorbierten Atome ist für das Verständnis gewisser Rekristallisationsvorgänge von Bedeutung und vermutlich auch für das Verständnis der Wirksamkeit einiger Katalysatoren. Durch ein solches Wandern oder Gleiten von adsorbierten Thoratomen längs der Kornbegrenzungsflächen entstehen ein Atom starke Thorschichten auf thorhaltigen Wolfram- und Molybdändrähten. Die hier gleichzeitig mit der Bildung der adsorbierten Schicht einsetzende außerordentliche Steigerung des Elektronen-Emissionsvermögens (Aktivierung) ermöglicht es in diesem besonderen Falle, den Verlauf des Wanderns oder Gleitens der adsorbierten Atome längs der Grenzflächen fester Körper zahlenmäßig zu verfolgen. Der beobachtete Verlauf der Aktivierung und Entaktivierung stimmt sehr gut mit dem von Gehrts berechneten Verlauf überein. Versuche von Fonda, Young und Walker bestätigen die von der Rechnung vorausgesagte Proportionalität zwischen der Aktivierungskonstante und dem reziproken Quadrat des Radius der Kornbegrenzungsflächen in der Drahtoberfläche; die Gleitungskonstante läßt sich aus diesen Versuchen ermitteln und hat den Betrag: $5 \cdot 10^{-11}\,cm^2\,s^{-1}$ für $T = 2050\,°K$ (Thor auf Wolfram). Nach den gleichen Gesetzen erfolgt auch die Amalgamierung von Zinn, die von einem Quecksilbertropfen auf einer Zinnoberfläche ihren Ausgang nimmt (Alty und Clark). Das Wandern längs der Oberfläche, längs der Kornbegrenzungsflächen, geht außerordentlich viel schneller vor sich als das Eindringen in das Metallinnere. — Durch Aufdampfen dünner Bariumschichten gelingt es Brüche und Knecht, die Kristallstruktur von kohlenstoffhaltigem Eisen, reinem Elektrolyteisen und von Siliziumeisen sichtbar zu machen. Dank der Beweglichkeit der adsorbierten Bariumatome längs der Oberfläche können auch Umkristallisationen so nachgewiesen werden. Insbesondere zeigen die Beobachtungen, daß Umwandlung (α-Eisen in γ-Eisen) und Umkristallisationen einander parallel gehen. [A. Gehrts, Z. techn. Physik 12 (1931) S. 66; 15 (1934) S. 456. T. Alty u. A. R. Clark, Trans. Faraday Soc. 31 (1935) S. 648. E. Brüche u. W. Knecht, Z. techn. Physik 15 (1934) S. 461; 16 (1935) S. 95.] *Sb.*

[1]) Über die Versuche der Deutschen Reichspost mit Zinkplatten und Saugdynamo vgl. F. Meßmer, Korrosionen am Fernkabel Berlin—Hannover, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. 10. (1921) S. 117 u. 140. Die elektrische Dränage wird von der DRP aus mehrfachen Gründen abgelehnt.

Werkstatt und Baustoffe.

621. 315. 61. 027. 2 **Keramisches Installationsmaterial.** — Im Anschluß an eine kurze Darstellung der Entwicklung des Installationsmaterials der letzten drei Jahrzehnte schildert W. Klement den Werdegang der Isolierstoffe unter dem Einfluß der wachsenden Anforderungen; er behandelt insbesondere die Kunstharzpreßstoffe, das Steatit und die neuen temperaturwechselbeständigen und schaltfeuersicheren keramischen Stoffe. Die Gebrauchsverfahren und die Stoffprüfungen werden auf ihre praktische Auswirkung hin beleuchtet; es wird auf bestehende Lücken in den Vorschriften (Feuer- und Kriechstromfestigkeit) hingewiesen und zugleich die Begriffe Festigkeit für den Stoff und Sicherheit für den fertigen Apparat befürwortet. Klement erörtert auch an Beispielen, wie weit man bald keramische, bald nicht keramische Isolierstoffe für Installationsmaterial verwende und verweist auf das immer deutlicher hervortretende Verlangen nach hieb- und stoßfesten Isolierstoffen für Gehäuse. [W. Klement, Stemag-Nachr. H. 13 (1935) S. 365.] *Sb.*

Verschiedenes.

Anordnungen 32 und 33 der Überwachungsstelle für unedle Metalle. — Wir veröffentlichen nachstehend einen Auszug aus neuen Anordnungen der Überwachungsstelle für unedle Metalle; den ausführlichen Wortlaut enthält der Dtsch. Reichsanz. Nr. 165 v. 18. 7. 1935.

Anordnung 32[1]).

§ 1.

Leitungen, Erdungen, Verbindungs- und Befestigungsteile aus Kupfer und dessen Legierungen dürfen nicht mehr verwendet werden für

a) Starkstromfreileitungen aller Spannungen in Blankmaterial mit einem Querschnitt von mehr als 6 mm²; ausgenommen hiervon sind Fahrleitungen und Schienenverbinder für Hebezeuge, Transportgeräte und Bahnen;

b) Starkstromfreileitungen aller Spannungen in Ausführung als umhüllte und isolierte Leitungen mit einem Querschnitt von mehr als 6 mm²; ausgenommen hiervon sind Leitungen innerhalb von Höfen und Fabrikanlagen sowie für Hausanschlüsse und Kreuzungen, soweit diese Leitungsart nach den Vorschriften des VDE für den Bau von Starkstromfreileitungen erforderlich ist;

c) Nulleiter (Starkstromrückleitungen) in Erdverlegung, auch wenn diese schwach umhüllt sind;

d) Sende- und Empfangsantennen;

e) Blitzableiter.

Ausgenommen von dem Verbot sind Klemmen für den Anschluß von Kupfer an Aluminium.

§ 2.

Die Verbote des § 1 dieser Anordnung treten ohne Übergangsfrist sofort in Kraft.

§ 3.

Rund- und Sektorleiter aus Kupfer und dessen Legierungen dürfen nicht mehr verwendet werden für die Herstellung von

a) Starkstrombleikabeln mit einem Querschnitt der einzelnen Leiter von mehr als 6 mm² für Spannungen bis zu 1 kV als obere Grenze;

b) Starkstrombleikabeln für Spannungen von mehr als 1 kV.

§ 4.

Die Verbote des § 3 dieser Anordnung treten ohne Übergangsfrist sofort in Kraft für die Herstellung von Kabeln nach § 3 a mit Rundleitern mit einem Querschnitt des einzelnen Leiters von 25 mm² und darüber sowie für die Herstellung von Kabeln nach § 3 b für Spannungen von mehr als 1 kV bis 30 kV. Im übrigen wird für die Verbote des § 3 dieser Anordnung eine Übergangsfrist von zwei Wochen

[1]) Durch diese Anordnung wird die frühere Anordnung 22 [ETZ 56 (1935) H. 3, S. 66] aufgehoben.



nach dem Inkrafttreten dieser Anordnung gewährt mit der Maßgabe, daß während dieser Übergangsfrist Rund- und Sektorleiter aus Kupfer und dessen Legierungen zur Herstellung der im § 3 bezeichneten Erzeugnisse noch verwendet werden dürfen, soweit es sich um die Ausführung von Inlandsaufträgen handelt, die nachweislich beim Inkrafttreten der Anordnung bereits fest erteilt und eingeteilt sind.

§ 5.

Ausgenommen von den Verboten des § 3 ist die Verwendung von Rund- und Sektorleitern aus Kupfer und dessen Legierungen zur Herstellung von Starkstrombleikabeln mit einem Querschnitt des einzelnen Leiters bis zu 25 mm² als obere Grenze, die für den Einbau als Hausanschlußabzweigkabel dienen sollen. . . .

. . . .

. . . .

§ 6.

Kabel, deren Herstellung unter die Verbote des § 3 dieser Anordnung fällt, dürfen, auch soweit sie bereits vor dem Inkrafttreten dieser Anordnung hergestellt worden sind, nach Ablauf einer Übergangsfrist von 6 Wochen nach dem Inkrafttreten dieser Anordnung nur noch mit vorheriger schriftlicher Zustimmung der Überwachungsstelle für unedle Metalle verwendet, verlegt oder montiert werden. Ausgenommen hiervon ist die Verwendung nach Maßgabe der Vorschrift des § 5 dieser Anordnung.

§ 7.

Leiter aus Kupfer und dessen Legierungen dürfen, unbeschadet des Verbots nach § 1 b dieser Anordnung, nicht mehr verwendet werden für die Herstellung von isolierten Leitungen für feste Verlegung mit einem Querschnitt von mehr als 25 mm².

§ 8.

Während einer Übergangsfrist von 2 Wochen nach dem Inkrafttreten dieser Anordnung dürfen Leiter aus Kupfer und dessen Legierungen zur Herstellung von isolierten Leitungen, die unter das Verbot des § 7 dieser Anordnung fallen, noch verwendet werden, soweit es sich um die Ausführung von Inlandsaufträgen handelt, die nachweislich beim Inkrafttreten der Anordnung bereits fest erteilt und eingeteilt sind.

§ 9.

Flach-, Profil- und Rundmaterial aus Kupfer und dessen Legierungen darf nicht mehr verwendet werden für die Herstellung von

a) Sammelschienen und deren Abzweigleitungen bei Starkstrom-Innenraumschaltanlagen mit Querschnitten von 100 mm² und darüber; ausgenommen hiervon sind Sammelschienen und deren Abzweigleitungen bei gekapselten Anlagen;
b) Wicklungen für Lasthebemagnete;
c) Schleifbügel für Stromabnehmer.

§ 10.

Die Verbote des § 9 dieser Anordnung treten ohne Übergangsfrist sofort in Kraft.

§ 11.

Bleimäntel dürfen nicht mehr verwendet werden für die Herstellung von Mehrfachbleikabeln mit Rundleitern, gleichviel aus welchem Material, mit einem Querschnitt des einzelnen Leiters von mehr als 16 mm² für Spannungen von weniger als 15 kV.

§ 12.

Während einer Übergangsfrist von 2 Wochen nach dem Inkrafttreten dieser Anordnung dürfen Bleimäntel für die von dem Verbot des § 11 dieser Anordnung betroffenen Zwecke noch verwendet werden, soweit es sich um die Ausführung von Inlandsaufträgen handelt, die nachweislich beim Inkrafttreten der Anordnung bereits fest erteilt und eingeteilt sind.

§ 13.

Werden bei der Herstellung von Leitungen, Erdungen, Kabeln usw., die unter die Vorschriften dieser Anordnung fallen, an Stelle eines Leiters mehrere Leiter verwandt, ohne daß der Verwendungszweck dieser Erzeugnisse den Ersatz eines Leiters durch mehrere Leiter erforderlich macht, so sind die Vorschriften insoweit mit der Maßgabe anzuwenden, daß der Querschnitt durch Zusammenrechnung der einzelnen Querschnitte der verwendeten Leiter zu errechnen ist.

§ 14.

Unter Herstellung im Sinne der §§ 3 bis 5 dieser Anordnung werden alle Arbeitsvorgänge vom Isolieren der blanken Leiter bis zum Umpressen der Kabel mit dem Bleimantel einschließlich verstanden.

§ 15.

Die Vorschriften dieser Anordnung gelten nicht für die Herstellung von Gegenständen, die nachweislich zur Ausführung von Auslandsaufträgen bestimmt sind.

§ 16 bis § 19 betreffen Ausnahmebewilligung, Zuwiderhandlungen und das Inkrafttreten dieser bzw. Außerkrafttreten älterer Anordnungen.

Anordnung 33.

§ 1.

Die Herstellungsverbote für Überzüge und Mischüberzüge aus Chrom, Nickel und Kobalt gemäß Abschnitt VI der Anordnung 26[1]) der Überwachungsstelle für unedle Metalle vom 24. 4. 1935, betr. Verwendung von Kupfer, Nickel, Blei, Zinn, Quecksilber, Chrom und Kobalt (Deutscher Reichsanzeiger Nr. 101 vom 2. 5. 1935), werden aufgehoben. Hieraus ergeben sich folgende Abänderungen der Anordnung 26: . . . (es folgen die einzelnen Änderungen).

§ 2.

Unter den Abschnitten II und III der Anordnung 26 werden in der Aufzählung der einzelnen Herstellungs- und Verwendungsverbote folgende Abänderungen vorgenommen: . . . (es folgen die einzelnen Änderungen).

§ 3.

Diese Anordnung tritt am Tage nach ihrer Veröffentlichung im Deutschen Reichsanzeiger in Kraft.

[1]) Vgl. ETZ 56 (1935) H. 20, S. 573.

AUS LETZTER ZEIT.

Neue Kraftwerke am Inn. — Das Innwerk, Bayerische Aluminium-AG. in München, hat beschlossen, die Innkraftstufen von Attel bis Gars auszubauen, dagegen den Ausbau der Stufe Töging—Türkenbach einstweilen zurückzustellen. Die drei Stufen von Attel bis Gars sollen jährlich 400 Mill kWh erzeugen. Der Strom wird für die Aluminium- und Stickstoffgewinnung verwendet werden. Die Arbeiten erfordern insgesamt schätzungsweise 20 bis 25 Mill RM, davon etwa 3 Mill RM für die elektrische Ausrüstung.

Neues Kraftwerk in der Nähe von Wien. — Wie „Eildienst" meldet, wird auf Grund eines Vertrages mit den Wiener Städtischen Elektrizitätswerken die Austro-Belgische Industrie-AG. die Wasserkräfte des in ihrem Besitz befindlichen Kanals von Wien nach Wiener-Neustadt zur Stromerzeugung ausnutzen und zu diesem Zweck in der nächsten Nähe Wiens ein Kraftwerk errichten.

Erweiterung des elektrischen Bahnbetriebes in Südengland. — Die Southern Railway hat am 7. 7. d. J. einige weitere Teilstrecken ihres Hauptbahnnetzes, und zwar insbesondere die Strecke Brighton—Hastings mit Abzweigungen nach Seaford und Eastbourne, insgesamt 206 km, dem elektrischen Betrieb übergeben. Damit erreicht die Gleisanlage der elektrisierten Strecken genannter Bahnverwaltung insgesamt 1850 km, die Streckenlänge 710 km. Die Erweiterungen werden ebenso wie die früheren Teilstrecken mit 660 V Gleichstrom betrieben. Der Strom wird mit 33 kV aus dem Landesleitungsnetz bezogen und in Eisengleichrichtern von 2500 kW Einzelleistung umgeformt. Die Gleichstrom-Schaltanlagen der neuen Teilstrecken sind für vollselbsttätigen Betrieb eingerichtet.

Funkstationen in Afghanistan. — Die Regierung hat mit der Marconigesellschaft einen Vertrag über fünf Funkstationen abgeschlossen. Die stärkste soll nach Kabul kommen, die vier anderen nach Maimene, Khanabad, Khost und Diyazungi. Die Station in Kabul, eine Kurzwellenstation mit großer Reichweite, wird mit Tokio, Melbourne, London und Rio de Janeiro verkehren können, die anderen sind nur für den Verkehr innerhalb des Landes bestimmt.



WIRTSCHAFTSTEIL.

Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft Frankreichs in den Jahren 1933 und 1934.

Von Ing. J. Hak, Paris.

621. 311. 1. 003. (44)

Übersicht. Installierte Leistung der Wärme- und Wasserkraftwerke. Entwicklung des Hochspannungsnetzes. Erzeugung und Verbrauch. Strompreisentwicklung. Energiewirtschaft im Pariser Gebiet. Wasserkraftausbau.

Zur Ergänzung des an dieser Stelle vor einem Jahre gegebenen Berichts über die französische Elektrizitätswirtschaft[1]) wird im folgenden über die zwei letzten Jahre berichtet.

Nach der amtlichen, alle auch 1000 kVA nicht erreichende Kraftwerke umfassenden Statistik nach den Departements betrug die installierte Leistung:

im Jahre	1931	1932	1933
Wärmekraftwerke . . .	6211	6725	6954 . 10^3 kVA
Wasserkraftwerke . . .	2442	2918	3206 . 10^3 kVA
zusammen . . .	8653	9643	10160 . 10^3 kVA

In der Verteilung dieser installierten Leistung auf die einzelnen Gebiete, die wir im erwähnten Bericht für Kraftwerke über 1000 kVA angegeben haben, sind keine größeren Verschiebungen zu verzeichnen, da wir schon die größten neuen Kraftwerke der letzten Jahre, wie Vitry Süden[2]), Saint-Denis II[3]), Kembs[4]) und Brommat[5]) mitgerechnet haben.

Die Gesamtlänge der Leitungsnetze betrug Ende 1933 226 530 km für die Mittel- und Hochspannung (über 250 V), wovon 16 000 km auf Leitungen „dritter Kategorie" (über 33 kV) entfallen[6]). Als Fortschritte im Ausbau des Hochspannungsnetzes sind zu verzeichnen: Die Beendigung des ersten Teils der 220 kV-Fernverbindung Alpen—Paris im Abschnitt Creusot-Troyes. Erhöhung von 150 auf 220 kV Betriebspannung auf der Verbindungsleitung Ruëyres (Truyère)-Monistrol d'Allier. Ausbau der 220 kV-Verbindung Kembs—Paris, die im Abschnitt Creney (Troyes)—Paris im laufenden Jahr vollendet wird. Zur Aufnahme der Wasserkraftenergie aus dem Massif Central und vom Rhein wird in der nächsten Umgebung von Paris eine teils Kabel- teils Seilrundleitung mit 220 kV Betriebsspannung mit entsprechenden Umspannwerken 220/60 kV von der neuen Société Parisienne d'Interconnexions, an der die drei Pariser Elektrizitätsgesellschaften beteiligt sind, gebaut. Das Umspannwerk in der Nähe des Kraftwerks Saint-Denis ist im Bau. — Als die erste großzügige Verwendung von Kondensatoren zur Leistungsfaktorverbesserung kann die Aufstellung von Kondensatoren mit einer Gesamtleistung von 17 000 BkW im Verteilungsnetz der Soc. Electrique du Nord-Ouest (Béthune, Amiens, Abbeville), welche nach Abstellung von eigenen Kraftwerken Strom aus den Kohlengruben-Kraftwerken Nordfrankreichs bezieht, erwähnt werden[7]).

Die Erzeugung des elektrischen Stromes nach der Departementstatistik betrug:

im Jahre	1932	1933	1934 (Schätzung)
Wärmekraftwerke . . .	7 708	8 241	7 800 · 10^6 kWh
Wasserkraftwerke . . .	5 884	6 665	7 200 · 10^6 kWh
zusammen . .	13 592	14 906	15 000 · 10^6 kWh

Die Einteilung des Verbrauchs ist nur bis für das Jahr 1933 bekannt, sie war folgende (in 10^6 kWh):

Jahr	Hochspannung				Niederspannung			zusammen
	Bahnen	Elektrochem. u. Metallg.	andere Zwecke	zusammen	Licht	Kraft	zusammen	
1932	934	1854	6509	9 297	1574	945	2519	11 816
1933	918	2162	7070	10 151	1651	968	2619	12 770

Der Gesamtverbrauch im Jahre 1934 kann auf 13 000 · 10^6 kWh geschätzt werden. Der Verbrauch je Einwohner ist von 282 kWh/Jahr im Jahre 1932 auf 304 bzw. 308 in den Jahren 1933 und 1934 gestiegen. Die Verbesserung der allgemeinen wirtschaftlichen Lage, die Anfang 1934 begonnen hatte und eine Vergrößerung der Erzeugung von etwa 6 % Mitte 1934 erwarten ließ, hatte sich gegen Jahresende nicht erhalten, das letzte Jahr hat eine Verbesserung von nur 2,5 % gegenüber dem Vorjahr ergeben.

Der für die Strompreisentwicklung wichtige Elektrizitätsindex wurde infolge der Mitte 1934 vom Ministerium für öffentliche Arbeiten veranlaßten Umgestaltung der gültigen Formel sowie durch eine Abänderung in der Bestimmung des „homologierten" Kohlenpreises im allgemeinen herabgesetzt[8]). Seit Ende 1932 war die Entwicklung dieser für sämtliche Stromtarife und Lieferungsverträge maßgebenden Werte die folgende:

Elektrizitätsindex		Ende 1932	1933	Anfang 1934	Ende 1934
im Dept. Norden	Hochspannung . . .	187	188	189	152
	Niederspannung . .	308	311	313	295
im Pariser Geb.	Hochspannung . .	226	226	228	183
	Niederspannung . .	348	349	352	323
in Marseille	Hochspannung . .	230	230	230	184
	Niederspannung . .	352	353	355	323

Die Ermäßigung betrug also rd. 20 % für die Hochspannung und 8 % für die Niederspannung. Der Einfluß auf die Strompreise war natürlich verschieden.

Die Ergebnisse der die Stadt Paris versorgenden Comp. Parisienne de Distribution d'Electricité waren die folgenden:

Jahr	Gesamterzeugung in 10^6 kWh	Verbrauch in 10^6 kWh			Zahl der Anschlüsse	inst. Leistung der Anschlüsse 10^3 kW	Gesamtlänge der Leitungen km
		Licht	Kraft	zusammen			
1932	765	395,4	238,6	634	902 762	1208	4675
1933	805	416,4	261,5	678	959 758	1279	4828
1934	833	438,1	274,8	713	1 002 343	1324	4900

Bemerkenswert ist der dauernde Anstieg der Anschlußzahl und der installierten Leistung der Anschlüsse. Die Anzahl der Wohnungen und anderer Räume beträgt in Paris etwa 1 100 000, über 90 % sind elektrisiert. — Zu den verschiedenen Tarifen[9]) ist Anfang 1935 ein neuer Sondertarif für Geschäftsräume hinzugetreten, bei welchem der den ersten 550 h entsprechende Verbrauch zum Lichtpreis (0,2625 RM/kWh), die folgenden 350 h zum Strompreis für „andere Zwecke" (0,1667 RM/kWh) und der Restverbrauch zu 0,1167 RM/kWh verrechnet wird[10]). Für Anschlüsse über 2 kW ist der letzte Strompreis auf 0,0673 RM/kWh ermäßigt.

[1]) ETZ 55 (1934) S. 463. Die sich auf das letzte in diesem Bericht enthaltene Jahr beziehenden Angaben sind hier zum Vergleich teilweise wiederholt.
[2]) ETZ 53 (1932) S. 991.
[3]) ETZ 56 (1935) S. 32, 208; 55 (1934) S. 1243; 54 (1933) S. 918.
[4]) ETZ 55 (1934) S. 561.
[5]) ETZ 54 (1933) S. 712, 777; 56 (1935) S. 151.
[6]) Statt 17 450 km im erwähnten Bericht ist 14 750 km für die „dritte Kategorie" zu setzen.
[7]) Vgl. ähnliche Kondensatorenanlage in Deutschland: H. Schulze, ETZ 56 (1935) H. 18, S. 501.
[8]) ETZ 56 (1935) H. 5, S. 117.
[9]) ETZ 52 (1931) S. 1502; 56 (1935) S. 21.
[10]) 1 RM = 6 Fr. Der Lichtpreis betrug im Jahre 1934 noch 0,2915 RM/kWh.

Der Verbrauch der die Umgebung von Paris versorgenden Union d'Electricité betrug:

im Jahre	Verbrauch	Belastungsspitze
1932	$1415 \cdot 10^6$ kWh	491 000 kW
1933	$1501 \cdot 10^6$ kWh	516 000 kW
1934	$1568 \cdot 10^6$ kWh	464 000 kW

Auch hier ist der Verbrauch gegen Jahresende gesunken, wie es auch die verminderte Belastungsspitze andeutet. Die Wasserkraftwerke des Massif Central haben in den Jahren 1932 und 1933 152[11]) und $147 \cdot 10^6$ kWh an das Pariser Gebiet geliefert. In den für Paris und Umgebung angegebenen Zahlen ist der Verbrauch der Transportunternehmungen (Untergrund- und Straßenbahn), welcher von den Kraftwerken der Soc. d'Electr. de Paris und der Soc. d'Electr. de la Seine gedeckt wird, nicht einbegriffen. Die verkaufte Energie dieser Gesellschaften betrug in den Jahren 1932/1934 531, 534, 547 bzw. 273, 279, $300 \cdot 10^6$ kWh, wovon aber ein kleiner Teil von der Union d'Electricité an sie geliefert wurde.

Hinsichtlich der Wasserkraftausnutzung betrug die Anzahl der in Betrieb gesetzten neuen Wasserkraftwerke in den Jahren 1933 und 1934 6 bzw. 3 gegenüber 12 im Jahre 1932. Ihre Gesamtleistung war 18 425 bzw. 27 600 kW „normal verfügbar“[12]) gegenüber 200 500 kW n. v. im Jahre 1932. Es wurden 5 bzw. 8 neue Konzessionen mit einer Leistung von 30 135 bzw. 41 880 kW n. v. erteilt. Diese Verlangsamung des Wasserkraftausbaues war durch eine weitere Verteuerung des Geldmarktes verursacht: die mittlere Verzinsung von Obligationsanleihen ist im Jahre 1933 auf 7,15 % (gegenüber 5,36 % im Vorjahr), im Jahre 1934 sogar auf 7,9 % gestiegen, was einen Rückgang der Emissionstätigkeit zur Folge hatte. Die neuen Investitionen betrugen nur 21 und 23 Mill RM in den zwei letzten Jahren gegenüber 131 Mill RM im Jahre 1932.

Gegenwärtig stehen noch einige seit Jahren im Bau befindliche große Wasserkraftwerke vor ihrer Vollendung, so daß man für das laufende Jahr wiederum einen größeren Zuwachs der in Betrieb gesetzten Wasserkraftwerke erwarten kann. Es sind insbesondere das Kraftwerk Sarrans[13]) auf der Truyère mit 120 000 kVA installierter Leistung (Talsperre 105 m, $170 \cdot 10^6$ m³ Aufnahmefähigkeit) und Marège auf der Dordogne mit 130 000 kVA (Talsperre 86 m, $40 \cdot 10^6$ m³ Aufnahmefähigkeit), demnächst fertiggestellt.

[11]) Berichtigte Angabe.

[12]) Die sogenannte „normal verfügbare“ (n. v.) Leistung der Wasserkräfte in kW wird nach der Formel kW n.v. = $7\,Qh$ berechnet, wobei Q die jährliche mittlere Wassermenge in m³/s und h die nutzbar gemachte Fallhöhe in m bedeutet.

[13]) ETZ 56 (1935) H. 7, S. 161.

Energiewirtschaft.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft.

621. 311. 003

Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitätswerke*).

(Die **fettgedruckten** Zahlen beziehen sich auf das letzte, die *schräg*gedruckten auf das vorletzte Geschäftsjahr.)

a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma	Einheitswert	Rheinisch-Westfälisch. Elektrizitätswerk Aktiengesellschaft RWE	Großkraftwerk Stettin Aktiengesellschaft	Lech-Elektrizitätswerke Aktiengesellschaft	Electricitäts-Werke Aktiengesellschaft	Großkraftwerk Württemberg AG.	Kraftübertragungswerke Rheinfelden	Märkisches Elektrizitätswerk AG.*	Neckarwerke AG.	Elektrizitätswerk Schlesien AG.
Wohnsitz		Essen	Stettin	Augsburg	Liegnitz	Heilbronn a. N.	Rheinfelden i. B.	Berlin	Eßlingen a. N.	Breslau
Letztes Geschäftsjahr		1. 7. 33 bis 30. 6. 34	1. 1. bis 31. 12. 34	1. 1. bis 31. 12. 34	1. 1. bis 31. 12. 34	1. 1. bis 31. 12. 34	1. 1. bis 31. 12. 34	1. 1. bis 31. 12. 34	1. 1. bis 31. 12. 34	1. 1. bis 31. 12. 34
Art des Versorgungsgebiets bzw. der Gesellschaft		Großversorgungsunternehmen	Großstadt- und Überlandversorgung	Überlandversorgung	Stadt- und Überlandversorgung und Straßenbahn	Landes-Großkraftversorgung	Überlandversorgung	Überwiegend Landwirtschaft in der Mark, Mecklenbg., Pommern u. Grenzmark Posen-Westpreuß.	Überlandversorgung	Überlandversorgung mit Großindustrie u. Landwirtschaft
Letzte Veröffentlichung in der ETZ		1934, S. 704 VI	1932, S. 900 III	1934, S. 868 IX	1934, S. 1034 I	1934, S. 868 VI	1934, S. 868 VIII	1934, S.1034 III	1934, S. 868 II	1935, S. 444 III

Zu I. Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG., Essen.

Die nutzbare Stromabgabe hat im Geschäftsjahr 1933/34 eine Steigerung von 2213,069 Mill kWh auf 2696,697 Mill kWh erfahren; während die Kraftabgabe auf 2572,424 Mill kWh (2090,593 Mill kWh), d. h. etwa 23 % stieg, hat die Lichtabgabe nur eine geringe Steigerung erfahren, u. zw. um 124,272 Mill kWh (12,476 Mill kWh), d. h. etwa 1½ %. — Nicht einbegriffen sind die Zahlen der Konzern- und nahestehenden Unternehmungen, u. zw. der Mainkraftwerk AG. in Frankfurt a. M.-Höchst, Braunkohlen-Industrie AG. Zukunft in Weisweiler, der Paderborner Elektrizitätswerk- und Straßenbahn AG. in Paderborn und der Rheinischen Elektrizitätswerk im Braunkohlenrevier AG. in Köln (Kraftwerk Fortuna). Die Stromabgabe des RWE und der Konzernunternehmungen betrug mehr als 3750,0 (3200,0) Mill kWh. Das bereits früher bis an die Grenze des Saargebiets herangeführte 220 kV-System ermöglichte mit geringfügigen Ergänzungen bei der Station Kelsterbach die Übernahme des von der Saar abgegebenen Stroms und dessen Übergabe an die Hochvoltleitungen des Bayernwerks und der Preußen-Elektra für die östlich liegenden Gebiete Mittel- und Ostdeutschlands.

Die Einnahmen stiegen nicht entsprechend dem Absatz, weil die Tarife für Licht, Kraft und Landwirtschaft weiter ermäßigt sind. Gegenüber Oktober 1924 war im Oktober 1934 der je 1 kWh erzielte Durchschnittspreis um 48 % gesunken.

Für Arbeitsbeschaffung sorgten für über 11 Mill RM ausgeführte Bauten, seit Oktober 1933 konnten weiter 461 Gefolgschaftsmitglieder eingestellt werden.

Bilanzanmerkung:

1 Die im Vorjahre zurückgekauften, aber noch nicht getilgten Dollarbonds sind in diesem Jahre verwendet worden. Der sich ergebende Valutagewinn ist als außerordentliche Einnahme in Erscheinung getreten und dem Konto „Wertberichtigungen“ als Sonderabschreibungen auf das Anlagevermögen zugeführt worden.

Zu II. Großkraftwerk Stettin AG., Stettin.

Die Einbeziehung der Überlandzentrale Pommern AG. in das Interessengebiet der MEW erfordert zur neuen Regelung des Stromlieferungsverhältnisses den Anschluß der Zentrale II Altdammer Str. an das 100 kV-Netz des MEW. — Die neue 25 000 kW-Hochdruckturbine hat sich gut bewährt und das Geschäftsergebnis günstig beeinflußt. Die bei der Ratentilgung der Dollar-

*) Vgl. ETZ 1935, H. 22, S. 624.



a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma (gekürzt)	Einheitswert	R.W.E.	Großkr. Stettin	Lech	Liegnitz	Großkr. Wttbg. Heilbronn	Rheinfelden	M. E.W.	Neckarwerke	Schlesien AG.
A Bilanz										
a) Aktiva										
I. Anlagevermögen:										
1. Kraftwerke einschl. Grundstücke und Gebäude	10^3 RM	263 217	15 444	33 251	7 485	3 609	19 939	62 108	14 405	40 511
	„	265 233	14 764	33 152	6 042	3 608	19 932	62 049	13 851	40 189
2. Fortleitung und Verteilung einschl. Zähler		530 502	9 550	39 793	—	134	8 249	123 154	27 817	37 585
	„	520 354	9 457	38 872	—	134	8 128	114 948	26 987	36 545
3. Im Bau befindliche Anlagen	„	5 870	91	263	1	—	—	7 943	520	771
	„	9 126	74	66	74	—	—	2 717	573	161
4. Betriebs- u. Geschäftsinventar	„	—	350	10	—	—	—	922	—	55
	„	2 263	336	13	—	—	—	923	—	55
Summe I	10^3 RM	799 589	25 435	73 318	7 486	3 743	28 188	194 127	42 742	78 902
	„	796 976	24 631	72 103	6 116	3 742	28 060	180 637	41 411	76 950
II. Beteiligungen	„	111 487	—	4 011	—	216[1]	4 218	26 196[1])	1 814	5
	„	117 454	—	4 010	—	270	4 218	10 630	1 814	5
III. Umlaufsvermögen:										
1. Vorräte	„	1 029	399	416	183	44	151	5 477	250	718
	„	1 499	264	428	228	44	180	5 177	242	724
2. Eigene Aktien	„	—	—	7	—	—	—	—	—	—
	„	—	—	7	—	—	44	—	—	—
3. Forderungen:										
a) an abhängige und Konzerngesellschaften	„	33 845	293	174	—	600	—	846	410	—
	„	10 860	183	160	—	292	—	860	288	16
b) an sonstig. Schuldner	„	43 995	610	1 977	442	36	3 715	53 014	8 762[1])	2 188
		80 816	371	2 124	269	503	3 985	53 617	8 774[1])	2 147
4. Sonstiges Umlaufsvermögen (Effekten, Hyp., Bankguthaben, Kasse usw.)		39 876	167	286	664	82	4 637	31 999	767	714
	„	43 272	423	1 244	1 971	2	4 327	24 662	460	1 527
Summe III	10^3 RM	117 716	1 469	2 860	1 289	762	8 503	91 336	10 189	3 620
	„	136 447	1 241	3 963	2 468	841	8 542	84 316	9 764	4 414
IV. Bilanzschlußzahl	10^3 RM	1 029 821	26 904	80 089	8 775	4 721	40 909	311 659	54 745	82 527
	„	1 050 877	25 872	80 176	8 584	4 853	40 820	275 583	52 989	81 369
b) Passiva										
I. Grundkapital	10^3 RM	246 000	7 500	40 532	4 620	2 900	14 000[1])	80 000[1])	30 000[1])	30 300
	„	246 000	7 500	40 532	4 620	2 900	15 000	65 000	30 000[1])	30 300
II. Reservefonds	„	53 976	181	4 053	1 112	9	2 571	8 031	2 615	4 130
	„	53 976	169	4 053	1 112	1 272	2 425	6 688	2 554	4 130
III. Rückstellungen	„	76 787	198	756	507	159	990	16 223	661	1 456
	„	31 677	96	721	482	45	836	12 372	592	1 240
IV. Wertberichtigungen	„	370 573	13 238	15 888	1 775	1 421	8 763	160 845	10 067	13 656
	„	330 850	11 953	14 776	1 568	—	6 196	148 695	9 049	10 302
V. Verbindlichkeiten:										
1. an abhängige und Konzerngesellschaften	„	21 987	1 231	1 541	24	—	—	10 410	1 312	2 196
	„	14 345	1 772	1 408	22	—	—	10 021	673	3 799
2. aus Anleihen	„	223 596[1])	3 420	13 272	—	—	11 745	18 204	7 876	27 300
	„	316 438	3 655	14 276	—	2	11 745	18 819	7 870	28 064
3. sonstige	„	22 966	899	1 734	214	105	1 845	9 498	851	1 537
	„	46 772	490	2 199	259	448	1 780	7 121	887	1 603
Summe V	10^3 RM	267 649	5 550	16 847	238	105	13 690	38 112	9 839	30 943
	„	377 555	5 917	17 883	281	450	13 525	35 961	9 430	33 466
VI. Reingewinn	10^3 RM	14 836	237	2 113	523	127	995	8 448	1 563	2 042
	%	6	3	5	10	4	6	10	5,5	6
	10^3 RM	10 819	237	2 111	521	186	838	6 867	1 364	1 930
	%	5	3	5	10	3	5	10	5	6
VII. Bilanzschlußzahl	10^3 RM	1 029 821	26 904	80 189	8 775	4 721	40 909	311 659	54 745	82 527
	„	1 050 877	25 872	80 076	8 584	4 853	40 820	275 583	52 989	81 369
B Gewinn- u. Verlustrechnung										
a) Aufwendungen										
I. Ausgaben für										
1. Betrieb	10^3 RM	18 496	1 622	1 127	718	66	746	8 161	1 464	2 935
	„	16 946	1 530	1 001	627	62	723	7 178	1 349	2 640
2. Sonstiges	„	13 483	1 587	557	571	08	1 776	6 431	1 649	3 294
	„	11 311	1 197	498	482	45	1 522	6 308	1 648	2 450
II. Abschreibungen	„	88 214	1 344	1 630	242	274	1 074	13 762	1 577	4 104
	„	27 400	1 246	1 540	289	100	913	16 233	1 000	3 582
III. Zinsen	„	12 408	217	1 027	445	—	587	—	516	1 329
	„	20 783	317	1 045	447	—	588	—	506	1 536
IV. Steuern u. soziale Lasten	„	17 629	263	1 877	335	125	875	6 638	958	1 832
	„	19 925	223	1 783	340	68	890	3 110	986	1 600
Summe a)	10^3 RM	150 230	5 033	6 218	2 311	533	5 058	34 992	6 393	13 494
	„	96 365	4 513	5 957	2 185	275	4 636	32 829	5 489	11 808
V. Reingewinn	„	14 836	237	2 113	523	127	995	8 448	1 563	2 042
	„	10 819	237	2 111	521	186	838	6 867	1 364	1 931
VI. Bilanzschlußzahl	10^3 RM	165 066	5 270	8 331	2 834	660	6 053	43 440	7 956	15 536
	„	107 184	4 750	8 068	2 706	461	5 474	39 696	6 853	13 739
b) Erträgnisse										
I. Betriebseinnahmen aus										
1. Stromverkauf	10^3 RM	94 025	4 855	7 796	2 622	310	5 337	39 984	7 113	12 224
	„	89 393	4 477	7 434	2 490	303	4 720	36 320	6 214	11 587
2. Sonstigem	„	2 506	38	164	124	33	458	2 914	255	987
	„	2 140	22	600	126	21	530	2 880	194	960
Summe I	10^3 RM	96 531	4 893	7 870	2 746	343	5 795	42 898	7 368	13 211
	„	91 533	4 499	8 034	2 616	324	5 250	39 200	6 408	12 547
II. Beteiligungen	„	5 941	—	5	—	14	173	115	223	3
	„	7 807	—	—	—	12	188	130	210	4
III. Vortrag und sonstiges	„	62 594[1])	377	456	88	303	85	427	365	2 322[1])
	„	7 844	251	34	90	125	36	366	235	1 188
IV. Bilanzschlußzahl	10^3 RM	165 066	5 270	8 331	2 834	660	6 053	43 440	7 956	15 536
	„	107 184	4 750	8 068	2 706	461	5 474	39 696	6 853	13 739

anleihe erzielten Kursgewinne sind zur Stärkung des Wertminderungs- und Erneuerungsfonds benutzt. Erzeugung: 108,030 (96,983) Mill kWh; Strombezug von den Wasserkräften der UZP 1200 (37 000) kWh; nutzbare Abgabe 97,197 (86,949) Mill kWh gleich 11,79 % Zunahme. Diese verteilt sich wie folgt: bei den Großabnehmern im Stadtgebiet 9,42 %, bei der UZP 15,73 %, bei den Stettiner E-Werken AG. 9,34 %. Die Benutzungsdauer der Spitzenleistung der Eigenerzeugung betrug 3662 (3149) Stunden.

Zu III. Lech-Elektrizitätswerke AG., Augsburg.

Die Stromabgabe betrug 140,997 (154,959) Mill kWh. Zunahme 9,9 %. Da die Anschlußbewegung aus dem Kreise der Kleinabnehmer bisher schon auf 98 % aller Haushaltungen gestiegen ist, wird besondere Sorgfalt den Werbemaßnahmen für die Erhöhung des Verbrauchs elektrischer Arbeit zugewendet; für Arbeitsbeschaffung 1934 und Notstandsarbeiten wurden über 1½ Mill RM verausgabt; diese Arbeiten gaben dem Lech-EW und deren Unterfirmen Gelegenheit zu Neueinstellungen; im letzten Jahre hat sich die Gefolgschaft um rd. 4 % vermehrt; sie steht jetzt mit 17 % über den Stand vom 31. Dezember 1930. Mit eigener Wasserkraft wurden 130,672 (127,577) Mill kWh erzeugt.

Zu IV. AG. Electricitäts-Werke, Liegnitz.

Stromverbrauch mit 15,867 Mill kWh um rd. 5,6 % über dem Vorjahr; die Einnahmen haben sich infolge der vorgenommenen Strompreisermäßigungen nur um 3,4 % gesteigert. Die Eigenerzeugung betrug 12,820 Mill kWh, der um 3,4 % gesteigerte Fremdstrombezug betrug 8,225 Mill kWh. Zur weiteren Bekämpfung der Arbeitslosigkeit wurden größere Erweiterungen sowie Erneuerungen des Kabel- und Freileitungsnetzes im Kraftwerk sowie in den Landkreisen Liegnitz, Lüben und Wohlau ausgeführt, wodurch weitere Arbeitskräfte eingestellt werden konnten.

Zu V. Großkraftwerk Württemberg AG., Heilbronn a. N.

Infolge der ungünstigen Wasserverhältnisse des Neckars konnte das eigene Wasserwerk Kochendorf den Bedarf von 39,8 Mill kWh für das Großkraftwerk und die angeschlossenen Werke Alt-Württemberg AG. (Kawag) und den Gemeindeverband Überlandwerk Hohenlohe-Öhringen (H.-O.) nicht decken, und es mußte daher Fremdstrom in Höhe von rd. 25,0 Mill kWh in der Hauptsache von der Württ. Sammelschiene AG. bezogen werden. Abgabe 38,352 (37,395) Mill kWh. Das Dampfkraftwerk Heilbronn war während des Berichtsjahres stillgelegt, stand aber jederzeit betriebsbereit.

Bilanzanmerkung:

1 Auf die Beteiligungen von nominell 270 000 RM sind 20 % gleich 54 000 RM abgeschrieben.

Zu VI. Kraftübertragungswerke Rheinfelden, Rheinfelden.

Infolge der allgemeinen Trockenheit hatten Stromabnehmer, die eigene Wasserwerke besitzen, und auch benachbarte Eltwerke erheblichen Bedarf an Zusatzstrom, ebenso bewirkten die von der Reichsregierung zur Wiederbelebung der Wirtschaft unternommenen Maßnahmen eine Steigerung des Stromabsatzes des Werks im ganzen um 28 %. Die Anzahl der elektrischen Herde vermehrte sich um 21 %. Im Berichtsjahr wurden die Netze zweier Gemeinden aufgekauft und die Werbetätigkeit bei Industrieunternehmungen mit Erfolg fortgesetzt. Eine bedeutendere Erweiterung der Anlagen ist die 45 kV-Freileitung von Rheinfelden nach Basel, die gemeinsam mit der Deutschen Reichsbahn errichtet und zum Betriebe der Wiesentalbahn benötigt wird. Die Wasserführung des Rheins blieb im Berichtsjahre um etwa 20 % gegen den langjährigen Durchschnitt zurück.

Bilanzanmerkung:

1 Das Aktienkapital ist durch Einziehung der nom. 53 000 RM eigene Aktien, welche 1933 zurückgekauft wurden, und weiterer nom. 974 000 RM eigener im Berichtsjahre zurückgekaufter Aktien, insgesamt 1 000 000 RM, von 15 Mill auf 14 Mill RM ermäßigt worden.

Zu VII. Märkisches Elektrizitätswerk AG. (Landesversorgung von Brandenburg, Pommern, Mecklenburg und Grenzmark Posen-Westpreußen), Berlin.

Anmerkung:

* Anmerkung: Laut Beschluß der G.V. ist die Firmenbezeichnung wie angegeben geändert. Von den Aktien der UZP besitzt das MEW bereits 99,07 %.

Der Stromabsatz der MEW, ohne Überlandzentrale Pommern, die ab 1. III. 1934 als Schwesterunternehmen angegliedert ist, betrug 708,252 (158,747) Mill kWh, d. s. 18,9 % Steigerung. Einschließlich der UZP wurde ein Stromabsatz von 856,020 Mill kWh erzielt; man erwartet, daß im laufenden Geschäftsjahr die Milliardengrenze überschritten wird. — Im Rahmen der Arbeitsbeschaffung haben die MEW ein auf 4 Jahre verteiltes Programm in Höhe von 62 Mill RM in Angriff genommen. Im Berichtsjahr wurden davon Bauten und außerordentliche Erneuerungen und Erweiterungen mit einem Kostenaufwand von 16,582 Mill RM durchgeführt und außerdem noch Lieferungsaufträge von 18,619 Mill RM erteilt. Besonders zu bemerken: Für Kraftwerk Stralsund eine 10 000 kW-Turbine, 5 neue Umspannwerke und Erweiterung von 8 dgl. Werken; Hochvoltleitungen von 219 km und Mittelspannungsleitungen von 251 km Länge. Einschließlich der UZP, die vorläufig weiter selbständig bilanziert und nur als Beteiligung in Erscheinung tritt, hat sich das Versorgungsgebiet um 34 000 km² auf 85 000 km² mit rd. 6 000 000 Einwohnern erweitert. Das Leitungsnetz beträgt jetzt (mit UZP) 2931 km Hochspannung (100 bis 40 kV), 28 668 km Mittelspannung (20 bis 6 kV) und rd. 7000 km gepachtetes Kommunalnetz, dazu 71 eigene Umspannwerke. Es stehen 33 eigene Kraftwerke mit einer Gesamtleistung von 322 000 kV zur Verfügung. — Die Zahl der Belegschaft hat sich im Berichtsjahr um 516 auf 4195 Personen erhöht.

Bilanzanmerkung:

1 Das AK. wurde von 65 auf 80 Mill RM erhöht. Die neuen Aktien sind zum Eintausch der Aktien der UZP verwendet und unter „Beteiligungen" verbucht.

Zu VIII. Neckarwerke Aktiengesellschaft, Eßlingen a. N.

Der Stromabsatz zeigt gegen das Vorjahr eine Zunahme von 22 %; er ist auf 164,520 Mill kWh gestiegen, er hat damit den höchsten Stand seit Bestehen des Unternehmens erreicht. — Im Rahmen der Arbeitsbeschaffung wurden erhebliche bauliche Erweiterungen und Umstellungsarbeiten vorgenommen.

Zu IX. Elektrizitätswerk Schlesien AG., Breslau

Der Stromabsatz betrug 222,586 Mill kWh (209,401 Mill kWh); er hat eine Steigerung von 6,3 % erfahren. Erfreulich ist der starke Zuwachs von Heiz- und Kochgeräten; das elektrische Kochen findet immer mehr Anklang. — Für Neubauten und Instandsetzungsarbeiten wurden im Interesse der Arbeitsbeschaffung 2 344 548 RM ausgegeben. Von einem Schweizer Bankenkonsortium wurde ein 4½ %iges Umschuldungsdarlehen im Gegenwert von 4½ Mill S.frs aufgenommen; der im Laufe des Berichtsjahres hierauf erhaltene Teilbetrag von 2 861 000 RM wurde zur Rückzahlung schwebender Schulden verwendet.

Bilanzanmerkung:

1 Nach Einstellung der im Bericht für „unbedingt notwendig" erachteten Sonderzuwendungen von 2 100 000 RM + 1 315 000 RM = zus. 3 415 000 RM an den Erneuerungsfonds würde die Gewinn- und Verlustrechnung überhaupt keinen Gewinn, sondern einen Verlust aufweisen, wenn nicht die Kursgewinne aus den zur späteren Rückzahlung zu benutzenden 707 000 $ Amerikan. Anleihe-Bonds, die zu günstigem Kurse eingekauft sind und im eigenen Gewahrsam ruhen, jetzt vorweggenommen und als Gewinn ausgewiesen worden wären. Außerdem wurde eine Beteiligung an der Niederschlesischen Druckerei und Verlags-G. m. b. H. in Waldenburg mit Nutzen liquidiert und der Gewinn unter „Außerordentliche Erträge" verbucht. Dadurch nur ermöglicht sich auch die Zahlung einer Dividende von 6 % gleich 1 800 000 RM wie im Vorjahre.

GESCHÄFTLICHE NACHRICHTEN.

621. 3. 003 : 66/69 (485) **Die schwedische Elektroindustrie im Jahre 1934**[1]. — In ihrem Geschäftsbericht meldet die ASEA, daß nicht nur das Inlandsgeschäft, sondern auch die Ausfuhr belebt wurde, wenn auch die vielen unsicheren Faktoren einen Überblick der künftigen Entwicklung der Ausfuhr nicht ermöglichen. Die Elektrisierung der Staatsbahnen und einer Privatbahn brachte u. a. folgende Aufträge, die bis Ende 1936 ausgeliefert werden: 46 Vollbahnlokomotiven, 8 Verschublokomotiven, 7 fahrbare Umformereinheiten nebst Umspannern sowie 5 Triebwagenzüge, bestehend aus je einem Triebwagen und einem Steuerwagen.

Die Zahl der Angestellten betrug am Jahresschluß 8559 (7636 i. V.), wozu noch 3159 Personen (2604) bei Tochtergesellschaften hinzukommen.

Der Bruttogewinn wird bei einem Ertrage von 4,43 Mill RM[2]) (3,3 i. V.[3]) und nach Abschreibungen mit 0,97 Mill RM (0,82 i. V.) zu 3,46 Mill RM (2,48 i. V.) ausgewiesen. Hierzu kommen aus der Grundstücksverwaltung 0,18 (0,09) Mill RM, aus der Finanzverwaltung 0,91 (1,13) Mill RM bzw. Abzüge für Zinsen mit 0,24 (0,18) und für Steuern mit 0,59 (0,47) Mill RM, so daß der Reingewinn 3,72 (3,05) Mill RM beträgt. Hiervon werden 7 % (6 %) ausgeschüttet und 0,71 (0,28) Mill RM vorgetragen.

Die Tochtergesellschaften in Schweden waren bis auf Luth & Roséns Elektriska AB befriedigend beschäftigt. Die englische ASEA Electric Ltd. erweiterte ihre Werkstätten in Walthamstow und erhöhte ihr Aktienkapital um 250 000 £.

Die Betriebsgesellschaft, AB Skandinaviska Elektricitetsverk, arbeitete befriedigend und gibt 6 % (6 %) Dividende. Die AB Electro-Invest konnte ebenfalls unverändert 3 % ausschütten.

Die AB Elektrolux berichtet über einen erhöhten Absatz auf den meisten Märkten. Die Ausnahmen bilden die Länder mit Goldwährung. Ungeachtet der Transferschwierigkeiten erhöhte sich der Geldeingang aus dem Auslande um 25 %. Die Notwendigkeit einer nationalen Herstellung im Absatzlande hat eine weitere Dezentralisation der Erzeugung gebracht. Die Fabriken waren gut beschäftigt, namentlich in Schweden, wo die Gefahr eines Arbeitsstreites Ende des Jahres bestand. Dies wird in der beträchtlichen Erhöhung des Warenlagers am Jahresschluß verkörpert.

Der Ertrag wurde mit 4,50 Mill RM ausgewiesen. Hierzu kommen an Zinsen und Dividenden aus Wertpapieren 0,29, Dividenden aus Tochtergesellschaften 0,95 und sonstige Einkommen 0,19 bzw. Abzüge für Unkosten 0,89, Abschreibungen in Tochtergesellschaften mit 0,09, so daß der Reingewinn 4,95 (4,85 i. V.) beträgt. Mit dem Vortrag aus dem Jahre 1933 von 2,50 Mill RM und abzüglich 4 % Vorschußdividende, entsprechend 1,5 Mill RM, im November 1934, stehen somit 5,95 Mill RM (6,57) zur Verfügung. Hiervon werden weitere 5 % Dividende (also insgesamt 9 % gegen 8 % i. V.) ausgeschüttet, 0,62 Mill RM für Steuern in Schweden zurückgestellt und 3,45 Mill RM (2,68 Mill RM i. V.) vorgetragen. Der Aufsichtsrat wurde ermächtigt, im November 1935 eine angemessene Vorschußdividende zu zahlen.

Die Liquidität hat sich weiter verbessert. Bei der Unsicherheit des Effektengeschäfts wurden Anfang 1934 die meisten Obligationen und Aktien, darunter das Paket Servel Inc. New York, abgestoßen. Der letztgenannte Verkauf wurde damit begründet, daß eine Aktienmehrheit nur unter Bindung großer Kapitalien erreichbar und daß ein kleines Paket ohne besondere Bedeutung war. Der Verkauf erfolgte ohne Verlust und wurde z. T. liquidiert. Restzahlung ist im Jahre 1936 fällig. Die Lizenzen aus dem Vertrieb der Kühlschränke durch Serval Inc. werden hiervon nicht berührt und betrugen im Jahre 1934 305 000 USA-$ (735 000 RM) gegenüber 182 000 USA-$ (500 000 RM) im Vorjahre.

Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson stellt ebenfalls eine Besserung der Wirtschaftslage fest. Trotzdem schränkt die große Kundschaft, d. h. die staatlichen und privaten Telephonverwaltungen, ihre Einkäufe ein. Die politischen Verhältnisse und die Währungs- und Einfuhrbeschränkungen erschweren in hohem Maße den Absatz. Der Umsatz betrug bei der Telephonfabrik Stockholm 9,7[2]) (10,2 i. V.[3]) Mill RM, beim Kabelwerk Älvsjö 3,0 (i. V. 2,1) Mill RM und bei den sonstigen Fabriken des Konzerns 38,8 (37,5) Mill RM. Die vorliegenden Aufträge Ende 1934 werden mit 30,8 (26,8) Mill RM aufgeführt. Die englische Fabrikgesellschaft gab 16 % Dividende und 8 % Bonus. Die Verkaufsgesellschaften hatten meistens verbesserte Umsätze und mehr vorliegende Aufträge als im Vorjahre. Die Belegschaftszahl der Betriebgesellschaften erhöhte sich von 246 000 auf 256 000.

Der Bruttogewinn erhöhte sich auf 3,18 (2,40). Unter Hinzurechnung von Lizenzen, Zinsen, Dividenden aus Konzerngesellschaften 4,75 (4,26) bzw. Abzügen für Unkosten mit 2,72 (3,06) bleiben 5,22 (3,60) Mill RM. Weitere Zinsen und Dividenden aus der Finanzverwaltung werden mit 0,82 (1,8) Mill RM aufgeführt, wogegen die Schuldzinsen 3,29 (3,7) Mill RM betragen. Danach bleiben 2,74 (1,7) Mill RM, wovon 2,65 (1,64) Mill RM für Abschreibungen und Steuern verwendet werden. Der Reingewinn beträgt 0,09 (0,06) Mill RM und ermäßigt den vorgetragenen Verlust auf 6,10 (6,59) Mill RM. Die unsicheren Verhältnisse erschweren die Beurteilung der Zukunftsaussichten bezüglich der Beteiligungen in verschiedenen Ländern, so daß eine Sanierung der Buchwerte noch nicht vorgeschlagen wird. *Hldn.*

[1]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 708.
[2]) 1 RM = 1,60 schwed. Kr. als Umrechnungskurs für 1934.
[3]) 1 RM = 1,50 schwed. Kr. als Umrechnungskurs für 1933.

621. 311. 003. (82) **Anhaltender Absatzanstieg bei der Chade.** — Die aus der Deutsch-Überseeischen Elektrizitäts-Gesellschaft hervorgegangene Chade (Compañia Hispano-Americana de Electricidad), das größte Elektrizitätsunternehmen Argentiniens, verzeichnet für 1934 eine weitere Absatzzunahme um 8,9 %. Die gesamte nutzbare Stromabgabe einschließlich der Tochtergesellschaften war mit 942,12 Mill kWh gegenüber 1929 um 50,5 %, gegenüber 1925 um 123,8 % größer. Das von dem Unternehmen versorgte Gebiet im Nordosten des Landes erstreckt sich über 12 682 km² und zählt 3,56 Millionen Einwohner; außer Buenos Aires und La Plata werden auch noch andere argentinische Städte, wie Magdalena, S. Vicente, Moreno usw., teils unmittelbar, teils über Tochtergesellschaften beliefert. Es sind dies die Untergesellschaft Avellaneda mit 135,0, die Cia Argentina de Electricidad mit 82,1, die Cia de Electricidad de la Provincia de Buenos Aires mit 22,1 Mill kWh nutzbarer Abgabe. Die Gasversorgung wird durch Tochtergesellschaften in La Plata und Bernal (2,14 und 1,17 Mill m³ Gasabgabe) betrieben; außerdem besteht eine Beteiligung an der Gasgesellschaft Stadt und Provinz Buenos Aires (Gasabgabe 62,89 Mill m³).

Zu den außerargentinischen Unternehmungen, an deren Kapital die Chade beteiligt ist, gehören die Sofina, die Sidro (Brüssel), die Gesfürel, die Elektrizitätswerk Südwest AG. Berlin, die Berliner Kraft und Licht (Bewag) AG., die Canadian International Light and Power Co. und einige französische Elektrizitätswerke.

Durch Inbetriebnahme eines weiteren Turbogenerators im Kraftwerk Puerto Nuevo erhöhte sich die Maschinenleistung 1934 um 52 500 kW, während der gesamte Anschlußwert von 1,13 auf 1,17 Mill kW zunahm.

Entwicklung der Chade.

	1929	1931	1933	1934
Installierte Leistung in 1000 kW	393,0	490,5	514,9	567,3
Erzeugung, Mill kWh	752,5	851,3	898,7	1070,9
Gesamtabgabe, Mill kWh . .	625,6	712,3	865,2	942,1
Hiervon:				
an private Lichtverbraucher	178,3	189,6	194,2	207,8
für öffentliche Beleuchtung	27,3	31,0	24,8	26,4
für Kraftzwecke	196,5	229,1	239,8	271,0
an Bahnunternehmungen. .	96,4	101,6	149,7	150,5
an andere Gesellschaften. .	90,3	113,4	195,7	218,6
Selbstverbrauch	36,7	47,6	61,0	67,8
Zahl der Abnehmer in 1000 .	430,0	486,7	575,7	603,4

Ertragsausweis und Bilanz sind wie in früheren Jahren in spanischer Goldwährung aufgestellt. Obwohl sich entsprechend der Absatzzunahme die Betriebseinnahmen um 7,13 % erhöhten, wird der Betriebsüberschuß, der auch Dividenden- und Zinseinnahmen enthält, mit 62,55 Mill Goldpeseten (50,67 Mill RM) um 8,4 % niedriger ausgewiesen als i. V., was in der Hauptsache in der weiteren Entwertung der argentinischen Währung begründet ist. Da jedoch auch die Unkosten, Steuern, Abschreibungen (Zuweisungen zum Tilgungsfonds) und ebenso

die Zinsaufwendungen zurückgegangen sind, stellt sich der Reingewinn mit 24,39 Mill Goldpeseten (19,76 Mill RM) nur um 3,2 % niedriger als i. V. Einschließlich des Gewinnvortrags beträgt der verfügbare Überschuß 33,68 Mill Goldpeseten (27,28 Mill RM). Die Aktionäre erhalten insgesamt 7,2 % Dividende, und zwar 16 Goldpeseten Zwischendividende und 25 Pesos (= 20 Goldpeseten) Schlußdividende.

Der Geschäftsbericht verweist auf die Erhöhung der Stromerzeugung auch in anderen Ländern und betont, daß Argentinien zu denjenigen Ländern gehöre, deren Wirtschaftsleben eine fühlbare Besserung verzeichnen kann. In den ersten Monaten des Jahres 1935 hat sich der Anstieg des Absatzes und der Betriebseinnahmen fortgesetzt. *A. Fr.*

Aus der Geschäftswelt. — In das Handelsregister wurden eingetragen: Electro-Baby-Staubsauger-Vertrieb G. m. b. H., Köln (20 000 RM): Vertrieb des elektrischen Kleinstaubsaugers Electro-Baby; Gesellschaft für neuartige Lichtreklame m. b. H., Cottbus (20 000 RM): Herstellung und Vertrieb von Lichtreklameschildern.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Elektrotechnische Erzeugung Schwedens.

Warengruppen	1929	1931	1932	1933
	in 1000 Reichsmark[1])			
Generatoren, Motoren, Transformatoren, Umformer u. dergl.	38 536	34 187	30 371	26 515
Akkumulatoren und Elemente	6 347	7 075	5 708	6 174
Elektr. Lokomotiven	56	291	4 257	5 650
Anlasser, Kontrollapparate, Sicherungs- u. Schaltapparate u. dergl.	13 421	11 535	11 073	10 131
Isolierte Drähte und Kabel	23 935	26 035	21 918	23 914
Telephon- u. Telegraphenapp.	—[2])	24 982	16 983	14 637
Rundfunkgeräte u. -materialien	8 135	10 715	10 571	12 070
Glühlampen	4 626	7 081	7 240	6 866
Elektr. Haushaltgeräte	21 391	20 006	14 715	23 794[3])
davon Staubsauger	14 391	15 039	10 712	12 410
Sonstiges	38 768[4])	6 230	6 338	12 843
Insgesamt	155 215	148 137	129 174	142 594

[1]) Umrechnungskurs seit der Währungsentwertung unter Berücksichtigung der veränderten Binnenkaufkraft.
[2]) Originalstatistik enthält keine vergleichbaren Angaben.
[3]) Einschl. der erstmalig ausgewiesenen Gruppe: El. Kühlmaschinen und -schränke.
[4]) Einschl. Telephon- und Telegraphenapparate.

(Sveriges officiella Statistik: Industri.)

Absatz elektrischer Haushaltgeräte in den V. S. Amerika. — Den verstärkten Bemühungen der Elektrizitätswerke und Händler zur weiteren Erschließung des Haushaltes für die Elektrizität ist es gelungen, den Absatz elektrischer Haushaltgeräte 1934 erheblich zu steigern[1]). Die Erhöhung gegenüber dem Vorjahre erstreckt sich auf Zahl und Wert der verkauften Geräte, wobei besonders starke Steigerungen für Heißwasserspeicher und Herde festzustellen sind. Die in der Zahlentafel enthaltenen Angaben über die Absatzentwicklung bei den einzelnen Geräten beruhen auf Berichten von mehr als 100 wichtigen Elektrizitätsgesellschaften, die mit 10 130 629 Haushaltanschlüssen etwas mehr als die Hälfte der in den V. S. Amerika überhaupt angeschlossenen Haushaltungen umfassen. Die Erhebungen beschränken sich auf Städte mit mehr als 25 000 Einwohnern, enthalten jedoch die Verkäufe der Elektrizitätswerke und die der Händler. Die verhältnismäßig geringe Zunahme des Energieverbrauchs je Haushalt erklärt sich zum Teil aus einer Vermehrung der Haushaltanschlüsse. Durch eine Einbeziehung der Anschlußwerte würde diese Statistik noch aufschlußreicher.

Zahlentafel. Absatz elektrischer Haushaltgeräte in den V. S. Amerika 1933 und 1934.

Warengruppen	Anzahl 1933	Anzahl 1934
Kühlschränke	403 521	516 243
Heißwasserspeicher	10 658	23 195
Haushaltherde	34 700	64 192
Waschmaschinen	233 559	335 778
Plättmaschinen	25 515	42 664
Staubsauger	159 681	201 663
Kleine Haushaltgeräte (darunter Bügeleisen)	2 046 335	2 630 009
Wert insgesamt in $	32 487 820	44 316 101
Durchschnittlicher Energieverbrauch je Haushaltsanschluß in kWh	622	655

[1]) Electr. Wld., N. Y., 105 (1935) S. 40.

Bestand elektrischer Großküchen in der Schweiz. — Die seit 1920 geführte Statistik über Einrichtung und Bestand elektrischer Großküchen in der Schweiz[1]) zeigt für die letzten drei Jahre eine überaus günstige Entwicklung (s. Zahlentafel). Von 1932 bis 1934 wurden allein 484 Küchen mit einem Anschlußwert von 16 752,2 kW eingerichtet, das sind gemessen am Anschlußwert 41,8 % der Ende 1934 vorhandenen Großküchen. Die weitaus größte Zunahme während der letzten Zeit entfällt auf Hotels und Gaststätten, denen die öffentlichen Anstalten und die gewerblichen Betriebe, meist Metzgereien, folgen. Berücksichtigt man, daß in der Schweiz etwa 30 000 Großküchen bestehen, die überwiegend mit Kohle betrieben werden, so ergeben sich für die elektrische Großküche auch in nächster Zeit noch reiche Entwicklungsmöglichkeiten.

Zahlentafel. Bestand elektrischer Großküchen in der Schweiz.

Ende des Jahres	insgesamt Zahl	insgesamt kW	davon: Hotels und Gaststätten Zahl	davon: Hotels und Gaststätten kW
1928	230	9 158,9	121	3 909,4
1931	628	23 341,1	328	10 113,3
1933	957	34 426,7	497	15 134,6
1934	1 112	40 093,3	579	17 879,8

[1]) Erhebungen des Sekretariats des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes; Bulletin Nr. 13 (1935) S. 362.

Erzeugung der polnischen Elektroindustrie 1934. — Der Produktionswert der polnischen Elektroindustrie betrug im Jahre 1934 34,7 Mill RM und übertrifft damit sämtliche Ergebnisse der letzten vier Jahre (siehe Zahlentafel). Das Schwergewicht der polnischen Elektroerzeugung liegt nach wie vor bei elektrischen Maschinen, Akkumulatoren und Elementen, Kabeln und Drähten, Telephonapparaten und Glühlampen. Die gegenüber dem Vorjahre zu verzeichnende Steigerung entfällt dementsprechend auch hauptsächlich auf diese Gruppen. Ende 1934 waren in der polnischen Elektroindustrie 7661 Personen beschäftigt gegen 5235 i. V. und 3471 Ende 1931. Deutlicher als die durch die rückläufige Preisbewegung beeinflußten Produktionswerte zeigt die Zahl der beschäftigten Personen die strukturelle Ausbreitung der polnischen Elektroindustrie.

Zahlentafel. Erzeugung der polnischen Elektroindustrie.

Werte in 1000 RM.

Warengruppen	1931	1932	1933	1934
Elektrische Maschinen	} 1 916	1 179	1 379	2 175
Einankerumformer		93	95	226
Transformatoren	341	412	482	862
Akkumulatoren einschl. Teile und Zubehör	1 295	2 506	2 474	2 410
Galvanische Elemente und Teile	2 373	1 707	1 963	1 713
Verteilungsanlagen	283	331	126	494
Schaltdosen	229	200	208	296
Ölschalter	285	279	241	270
Sicherungs- und Installationsmaterial	} 1 609	1 139	1 251	2 261
Zähler		649	372	971
Kabel und Drähte:				
Drähte blank	753	1 094	2 237	1 900
Drähte isoliert	2 452	2 751	1 875	3 466
Kabel	10 470	3 697	3 487	4 780
Isolierrohr und Zubehör	832	736	722	745
Porzellan für die Elektrotechnik	703	543	463	741
Telephonapparate und Zubehör	3 486	1 949	2 696	1 951
Rundfunkmaterial	1 957	1 533	1 588	4 092
Beleuchtungskörper aller Art	337	688	498	924
Glühlampen	3 389	5 188	3 863	3 836
Haushaltgeräte	205	682	316	507
Elektromedizinische Apparate	50	44	40	66
Insgesamt	**32 965**	**27 400**	**26 376**	**34 686**

Beschäftigte Personen.

	1931	1932	1933	1934
Beschäftigte insgesamt	3 471	3 763	5 235	7 661



VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Geräte mit Kleinstmotoren.

Der Ausschuß für Geräte mit Kleinstmotoren hatte in ETZ 56 (1935) S. 467 einen Entwurf zur Änderung von § 36 in

VDE 0730/1933 „Vorschriften für Geräte mit Kleinstmotoren V.G.K.M."

veröffentlicht.

Die zu diesem Entwurf eingegangenen Einwände sind durch den obengenannten Ausschuß ordnungsgemäß behandelt und haben zu der nachstehend veröffentlichten Fassung geführt.

Die Änderung ist von dem Vorsitzenden des VDE mit der Maßgabe genehmigt worden, daß sie mit dem Tage der Veröffentlichung in Kraft tritt.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

I. V.: Zimmermann.

Ausschuß für Geräte und Kleinstmotoren.

Änderung

an

VDE 0730/1933

Vorschriften für Geräte mit Kleinstmotoren V.G.K.M.

Haarschneidemaschinen, angetrieben durch Kleinstmotor oder Magnet im Handstück.

§ 36.

a) Der Handgriff muß aus Isolierstoff bestehen.

b) Anschlußschnüre müssen eine Schutzleitung haben, die an alle Metallteile, die Spannung annehmen können, z. B. Motorgehäuse, anzuschließen ist. Die Schutzleitung kann fortfallen, wenn das Gerät den Prüfungen nach g) entspricht.

c) Der Messerkopfträger, das Messer und die Befestigungsschrauben für Isolierhandgriffe und Messerkopfträger sind von Spannung führenden Teilen und Metallteilen, die Spannung annehmen können, zu isolieren.

d) Die Kriechstrecken zwischen Spannung führenden Teilen, Motor bzw. Magneten und den der Berührung zugänglichen Metallteilen müssen mindestens 6 mm sein.

e) Der Übertritt des Schmiermittels von der Lagerstelle zum Getriebe ist zu erschweren. Der Isolierstoff darf vom Schmiermittel nicht angegriffen werden.

f) Der Übertritt von Spritzwasser an den Luftein- und -austrittsstellen des Motors muß erschwert sein.

g) Prüfung:
Die Geräte sind in freier Luft aus einer Höhe von 80 cm 4-mal auf Holzfußboden (Buche, 5 cm dick) fallen zu lassen, und zwar nacheinander aus 4 verschiedenen waagerechten Lagen, die gegeneinander um die Längsachse um je 90° verdreht sind.

Bei der Prüfung dürfen weder Spannung führende Teile noch Metallteile, die Spannung annehmen können, freigelegt werden.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

D. N. Dunlop †. — Der Gründer und Organisator der Weltkraftkonferenz, D. N. Dunlop, ist am 30. 5. 1935 in London gestorben. Er war Direktor der British Electrical and Allied Manufacturers' Association (BEAMA) und führte den Vorsitz im Internationalen Hauptausschuß der Weltkraftkonferenz, die heute 49 Mitgliedsländer umfaßt. Mit Dunlop hat England einen um die Entwicklung seiner Elektroindustrie verdienten Wirtschaftsführer verloren, und die ganze technische Welt beklagt den Verlust des vorbildlichen Organisators und Versammlungsleiters, der sich nach dem Kriege mit großem Erfolg für die friedliche und gleichberechtigte Zusammenarbeit der Völker eingesetzt hat.

J. Ruths †.

Am 16. 6. 1935 starb Dr.-Ing. E. h. Dr.-Ing. Johannes Ruths in Zürich an einer akuten Lungenentzündung. Er war gebürtiger Schwede und erblickte am 17. 7. 1879 in Karlskrona das Licht der Welt. Nach Beendigung seines Studiums an der Technischen Hochschule Hannover promovierte er 1908 als Elektrotechniker mit Auszeichnung zum Dr.-Ing. mit einer Arbeit über „Widerstände bei Förderanlagen in Bergwerksbetrieben". Nach erfolgreicher Tätigkeit in den Bergwerks- und Hüttenbetrieben Oberschlesiens übernahm er die technische Leitung in den Hüttenwerken in Assling (ehemals Krain) und war anschließend als beratender Ingenieur in Schweden, später als stellvertretender Generaldirektor des größten Zellstoffkonzerns in Finnland tätig.

Ende des Krieges gab Dr. Ruths seine Stellung in Finnland auf, um sich der Verfolgung seiner Speicherungspläne zu widmen, nachdem er bereits im Jahre 1913 die ersten grundlegenden Patente eingereicht hatte. Er lebte dann ganz der Vervollkommnung und Einführung des nach ihm genannten Ruths-Speichers. In Deutschland hat er vor allem im Rahmen des VDE auf der Kieler Tagung seine Gedanken über die Speicherung entwickelt, die, außer in zahlreichen Industrieanlagen, auch beim Elektrizitätswerk Charlottenburg als erster Großanlage in Elektrizitätswerken und dann später in einer Reihe von anderen Elektrizitätswerken verwirklicht wurden.

Für seine technischen Verdienste wurden Dr. Ruths verschiedene Ehrungen zuteil. U. a. ernannte ihn die Technische Hochschule Charlottenburg im Jahre 1928 zu ihrem Ehrendoktor; die schwedische Akademie für Ingenieur-Wissenschaften, deren Mitbegründer er war, verlieh ihm ihre höchste Auszeichnung, die goldene Medaille. Dr. Ruths erwies sich immer als warmer Freund Deutschlands. Er ist bereits im Kriege und auch nachher bis zuletzt in seinem Heimatland wie auch im Ausland für Deutschland und die führende Stellung der deutschen Technik eingetreten und hat u. a. in der Inflationszeit durch Aufbringung der Mittel in Schweden zur Erhaltung wichtiger deutscher technischer Zeitschriften und die Weiterführung von verschiedenen Forschungsarbeiten wesentlich beigetragen. Die deutsche Ingenieurwelt wird Johannes Ruths jederzeit in ehrendem Andenken behalten. L. Musil.

LITERATUR.

Besprechungen.

Technische Mathematik. Differential- u. Integralrechnung. Von F. Ebner unt. Mitarb. v. L. Roth. Mit 71 Abb., 85 Beisp. u. 207 Aufg., VIII u. 167 S. in gr.



8°. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1935. Preis geh. 8 RM.

In der Einleitung schreiben die Verfasser: „Das vorliegende Buch will... dem... Techniker eine knappe, aber klare und leicht verständliche Einführung in die höhere Mathematik vermitteln, soweit........ Besonders wird Wert darauf gelegt, eine scharfe und den neuzeitlichen wissenschaftlichen Anschauungen gerecht werdende Darstellung der mathematischen Grundbegriffe mit ihren weitgehenden Anwendungen auf die praktischen Aufgaben der Technik zu verbinden. Stoffauswahl und Behandlungsweise der Differential- und Integralrechnung sind überall auf den technischen Endzweck eingestellt; alle Begriffe und Verfahren werden sofort an Beispielen und Aufgaben der technischen Praxis angewandt. Besonderer Wert ist auf die Heranziehung der Anschauung und solcher zeichnerischer Verfahren gelegt, die...... für den Praktiker von größter Wichtigkeit sind. Ein Schlußkapitel enthält eine kurze Theorie der wichtigsten Differentialgleichungen, deren Kenntnis für ein gründliches Studium technischer Probleme notwendig ist;.... dabei wird..... von allzuweit getriebener logischer Strenge und rein mathematischen Abstraktionen abgesehen."

Der Besprecher kann sicher dem Streben und auch weitgehend der Ausführung zustimmen. Aber nicht überall. Wohl ist manches besser, was saubere Darstellung angeht, als in Büchern ähnlicher Art. Sehr hübsch ist die Besprechung des Differentials, mit dem Taylorschen Satz kann man einverstanden sein, wenn das Restglied nur für den niedersten Fall bewiesen wird, man kann auch damit zufrieden sein, wenn die Potenzformel nur für rationale Exponenten bewiesen wird, wenn es dann auch immer heißt: für beliebiges n. Ebenso mit der anschaulichen Darstellung des Mittelwertsatzes der Differentialrechnung. Aber einiges ist leider einfach falsch, so der Begriff „algebraisch" auf Seite 2, der Grenzübergang für e auf Seite 8, die Bedingungen für Max. und Min. auf Seite 20, der Beweis für die binomische Reihe auf Seite 101. Sehr erwünscht gewesen wäre eine genauere Darstellung des Grenzbegriffes: das „streben gegen" ist nicht klar genug, ferner der Satz, daß die Integrationskonstante die einzige Unbestimmtheit beim Integrieren ist, etwas über irrationale Zahlen, etwas über die Sonderheit des Bildes 17, etwas Genaueres über die Voraussetzungen des Grenzübergangs von Formel 77 zu 77', etwas über Stetigkeit. Auch über die Schwierigkeit des Krümmungsmittelpunktes gehen die Verfasser zu leicht hinweg. Endlich: man sollte wenigstens sagen, daß gliedweise Integration nicht immer erlaubt ist.

Es ist also einiges auszusetzen, wobei ich bemerken möchte, daß ich nicht von neuzeitlichen wissenschaftlichen Ansichten aus mit allzuweit getriebener logischer Strenge als abstrakter Mathematiker geurteilt habe. Hamel.

Spulen und Schwingungskreise. Selbstbau u. Berechnung v. Spulen u. HF.-Drosseln für jeden Empfänger. Von Dipl.-Ing. P. E. Klein. (Deutsche Radio-Bücherei Bd. 60.) Mit 180 Abb. u. 112 S. in 8°. Verlag Deutsch-Literarisches Inst. J. Schneider, Berlin-Tempelhof 1934. Preis geh. 2,25 RM.

Das Büchlein bringt mehr als der Titel verspricht, da es auch die Kondensatoren als unentbehrliche Bestandteile der Schwingungskreise eingehend behandelt und erfreulicherweise auch Wellenumschalter und Skalen bespricht, so daß man nicht erst in Zeitschriften suchen gehen muß. Der Verfasser vermeidet es, dem Leser ungenießbare Theorie vorzusetzen. Was dieser trotzdem davon wissen muß, bringt er ihm vorsichtig durch gute Erklärungen, Tabellen und Kurvendarstellungen bei. Der Verfasser, der offenbar über eine sehr große Praxis verfügt, führt seine Leser zum Selbstbau mit den allerneuesten Hilfsmitteln, z. B. den keramischen Isolierstoffen als Trägern für Spulen und Kondensatoren, mit Hochfrequenz-Eisenkernen, vor denen man sich in der Praxis lange gefürchtet hat, usw. Wer sich ein hochwertiges Funkgerät selbst bauen will, dem sei dringend empfohlen, zuerst dieses Büchlein durchzuarbeiten, das auch dem normalen Starkstromfachmann manches Neue und Interessante sagen wird. Einige unglückliche Ausdrücke wie „Dämpfungsdekrement" (Dekrement heißt doch schon „Dämpfung") und „aperiodische" Kopplung lassen sich leicht vermeiden. Karl Mühlbrett.

Das Vorbenutzungsrecht im deutschen Patentrecht. Eine kritische Untersuchung der Rechtslage aus § 5, Abs. 1 PG de lege lata und de lege ferenda. Von Dipl.-Ing. Dr. F. Walter. Mit 110 S. in 8°. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1914. Preis geh. 4 RM.

Der Verfasser bringt eine auf Theorie und Praxis gestützte kritische Untersuchung des Vorbenutzungsrechts nach dem zur Zeit bestehenden deutschen Patentgesetz und Vorschläge für die künftige Gesetzgebung. Das Buch ist von der Anschauung getragen, daß der Vorbenutzer einer Erfindung dem Anmelder gegenüber stärkeren Schutzes bedarf, als es jetzt der Fall ist. Über das geltende Recht hinaus soll nach Ansicht des Verfassers das Vorbenutzungsrecht schon dann anzuerkennen sein, wenn Handlungen, auch einmalige, nachweisbar sind, die vor der Anmeldung oder noch besser vor der Bekanntmachung der Erfindung erfolgten, und die geeignet erscheinen, daß danach Sachverständige die Erfindung benutzen können. Das Buch zeugt von einer gründlichen Kenntnis der Materie und ist dadurch von besonderem praktischen Wert, daß es eine Zusammenstellung der auf das Vorbenutzungsrecht bezüglichen Gerichtsentscheidungen enthält.

Kahle.

Eingegangene Doktordissertationen.

Rolf Neubner, Die Umwandlungsgleichung $Ba(CN)_2 \rightleftarrows BaCN_2 + C$ im Temperaturgebiet von 500 bis 1000° C. (Auszug.) T. H. Berlin 1927. [Sonderabdruck aus Z. Elektrochem. 40 (1934) H. 10.]

Wladimir Philippoff, Ein elektromagnetisches Viskosimeter mit Schwingungsbeanspruchung. T. H. Berlin 1934. [Sonderdr. Physik. Z. 35 (1934) S. 884.]

Kurt Podolsky, Der Einfluß der Fließarbeit auf die Konstruktion. T. H. Berlin 1933.

Rudolf von Radinger, Meßeinrichtung zur Bestimmung akustischer und mechanischer Widerstände aus ihrer Rückwirkung auf ein elektrostatisches Antriebsystem. T. H. Berlin 1934.

Hans-Christoph Seebohm, Tektonische Untersuchungen im Gebirgsland zwischen Hannover, Pyrmont und Minden. T. H. Berlin 1933.

Bruno Siebert, Drei Jahre Goldsuspension in England. T. H. Berlin 1934. (Erscheint gleichzeitig als selbständige Schrift in Carl Heymanns Verlag, Berlin.)

Erich Sommerfeld, Der persönliche Umgang zwischen Führung und Arbeiterschaft im deutschen industriellen Großbetrieb (vom Standpunkt der Führung aus gesehen). T. H. Berlin 1933. (Erschien gleichzeitig in den Schriften des Vereins für Sozialpolitik, Bd. 181/II, Verlag Duncker & Humblot, München.)

Rudolf Zimmermann, Die Erzeugung von Beleuchtungsfunken für Hochfrequenzkinematographie mit Röhrengeneratoren. T. H. Berlin 1934.

Ihsan Ak, Richtsysteme und experimentelle Untersuchung der Funkfehlweisungen. T. H. Berlin 1935.

Alfred Begemann, Die Verbundwirtschaft in der deutschen Stromversorgung. T. H. Berlin 1935.

Richard Elsner, Über die Erzeugung sehr hoher Gleichspannungsstöße mittels der von Marx angegebenen Vervielfachungsschaltungen. T. H. Berlin 1934.

Berichtigung.

Im Aufsatz „Aus den Fachberichtgruppen" in H. 28 der ETZ d. J. muß es auf S. 792 rechts, Zeile 29 v. u. heißen: „zur Untersuchung des labilen Astes ...." (statt stabilen ...).

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 26. Juli 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.



Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 8. August 1935 | Heft 32

Der Drehstrom-Doppelfeldmotor für doppelsynchrone Drehzahl.

(Mitteilung aus dem Elektrotechnischen Versuchsfeld der T. H. Berlin.)

I. Teil: Das Betriebsverhalten des Doppelfeldmotors, insbesondere seine Pendelneigung und ihre Unterdrückung.

Von Prof. Dr.-Ing. M. Kloss, Berlin.

621. 313. 323

Übersicht. Nach einer Übersicht über die bisherige Entwicklung des Doppelfeldmotors wird das Grundsätzliche der Arbeitsweise der Maschine an Hand einfacher Vektordiagramme zunächst unter Vernachlässigung von Widerstand und Streuung dargelegt. Auf die im Betriebe des Motors auftretende Pendelneigung wird hingewiesen; sie ist in den bisherigen, rein theoretischen Arbeiten nicht behandelt worden. Mittel zur Unterdrückung dieser Pendelneigung werden erörtert.

1. Bisherige Entwicklung des Doppelfeldmotors.

Der Doppelfeldmotor wurde im Jahre 1899 vom Verfasser angegeben (DRP 109 986 vom 20. 6. 1899). Danach wird der Doppelfeldmotor ausgeführt wie ein gewöhnlicher Drehstrommotor mit Schleifringanker mit dem Übersetzungsverhältnis 1 : 1. Während aber beim gewöhnlichen Asynchronmotor nur der Ständer vom Netz gespeist wird, die Ströme im Läufer jedoch durch Induktionswirkung hervorgerufen werden (daher auch der Name „Induktionsmotor"), werden beim Doppelfeldmotor sowohl der Ständer als auch der Läufer mit Netzfrequenz gespeist, wobei es grundsätzlich gleichgültig ist, ob Läufer und Ständer parallel oder in Reihenschaltung am Netz liegen. Wesentlich ist nur, daß die Schleifringe so angeschlossen werden, daß das im Läufer entstehende Drehfeld bei Stillstand im entgegengesetzten Sinne umläuft wie das Ständerfeld. Damit das Läuferfeld im Raume synchron mit dem Ständerfeld umläuft, muß somit der Läufer selbst mit doppelter Synchrondrehzahl umlaufen.

Hiermit erhält man also einen Drehstrommotor, der bei 50 Hz in zweipoliger Ausführung mit 6000 U/min läuft. Die Drehzahl liegt also doppelt so hoch wie die höchste mit gewöhnlichen Asynchronmotoren erreichbare Drehzahl von 3000 U/min. Diese Drehzahl-Verdoppelung ist entscheidend für die Verwendungsmöglichkeit der Doppelfeldmaschine zum Antrieb von solchen Arbeitsmaschinen, für welche die Drehzahl von 3000 U/min immer noch zu niedrig ist. Aber auch in mehrpoliger Ausführung hat der Doppelfeldmotor noch Anwendungsmöglichkeiten, und zwar bei ungerader Polpaarzahl, also z. B. bei 6- oder 10poliger Ausführung. Denn hierbei ergeben sich die Drehzahlen von 2000 bzw. 1200 U/min, die sonst mit Drehstrommotoren nicht erzielbar sind, also die sonst unangenehm großen Lücken zwischen 3000 und 1500 bzw. zwischen 1500 und 1000 durch Zwischenwerte auszufüllen erlauben.

Zu beachten ist, daß die Doppelfeldmaschine eine Synchronmaschine ist, die also keine Schlüpfung aufweist. Da die Läuferströme nicht durch Induktion hervorgerufen, sondern über die Schleifringe von außen zugeführt werden, so ist die im Schrifttum[1]) vielfach vorkommende Bezeichnung „doppeltgespeiste Induktionsmaschine" unzutreffend. Sie stellt einen Widerspruch in sich dar, wenigstens soweit es sich um den Betrieb im Doppelsynchronismus handelt.

Unabhängig vom Verfasser und fast gleichzeitig ist die Doppelfeldmaschine auch von H. Grob angegeben worden. In einem Aufsatz[2]) gibt Grob eine kurze Darstellung der Wirkungsweise und der Eigenschaften des Doppelfeldmotors. Ob Grob seine Angaben lediglich auf Grund theoretischer Erwägungen gemacht oder ob er auch Versuche an einem Motor durchgeführt hat, geht aus dem Aufsatz nicht hervor.

Später hat Ziehl[3]) darauf hingewiesen, daß die Doppelfeldmaschine in ihrer Eigenschaft als Synchronmaschine nicht nur als Motor, sondern auch als Generator verwendet werden kann. Ziehl hebt dabei besonders die „natürliche Kompensation" der Ständer- und Läuferdurchflutungen hervor. Er gibt eine besondere Erregerwicklung (für Drehstrom) an, die um eine halbe Polteilung gegen die Ständer-Arbeitswicklung versetzt sein soll, beschreibt dann einen Doppelfeldgenerator der Berliner Maschinenbau-AG. vorm. L. Schwartzkopff für 6 Pole, 50 Hz, 190 V und gibt eine Reihe von Versuchsergebnissen an dieser Maschine. Belastet wurde diese Maschine durch einen Synchronmotor mit angebauter Erregermaschine, so daß also die Magnetisierung des Doppelfeldgenerators durch die mittels Gleichstromes erregte Klemmenspannung des Synchronmotors geliefert wurde, während der Generator wiederum dem Synchronmotor Wirkstrom zuführte. Der Synchronmotor trieb eine Gleichstrommaschine an, die durch Glühlampen belastet werden konnte. Ein besonderer Vorzug der Doppelfeldmaschine würde darin bestehen, daß die bei zweipoliger Ausführung erreichbare hohe Drehzahl von 6000 U/min für die Wirtschaftlichkeit des Antriebes mittels Dampfturbine außerordentlich günstig wäre. Da die Maschine keine eigene, unabhängige Erregung besitzt, kann sie nur an einem Netz laufen, das von gewöhnlichen, gleichstromerregten Synchronmaschinen gespeist wird. Sie entnimmt dem Netz ihren eigenen Magnetisierungsstrom, kann also keinen Blindstrom abgeben, sondern nur Wirkstrom.

Ob ein Doppelfeldgenerator in der Praxis ausgeführt worden ist, ist dem Verfasser nicht bekannt geworden. Ebenso ist auch wohl bisher vom Doppelfeldmotor in der Praxis kaum Gebrauch gemacht worden. Der Hauptgrund mag darin liegen, daß seine Anwendung ja, wie erwähnt, hauptsächlich als zweipoliger Motor für 6000 U/min in Betracht kommt, daß aber zur Zeit der Erfindung des Motors und noch lange Zeit nachher kein Bedürfnis für einen so rasch laufenden Motor vorhanden war. Erst in neuerer Zeit ging das Bestreben dahin, gewisse Arbeits- und Werkzeugmaschinen, insbesondere Holzbearbeitungsmaschinen, mit immer höherer Drehzahl laufen zu lassen. Wenn man dabei eine Übersetzung durch Riemen oder Zahnräder vermeiden wollte, so ergab sich die Notwendigkeit, Drehstrommotoren mit einer höheren Drehzahl als 3000 U/min laufen zu lassen.

Eine in der Praxis mehrfach angewendete Lösung ist die, den Motor mit erhöhter Frequenz zu speisen. Hierzu ist ein Umformer erforderlich, bestehend aus Drehstrommotor, Drehstromgenerator für 100 Hz und Erregermaschine, also ein Dreimaschinensatz. Man kommt auch

[1]) Siehe z. B. Fußnote 6.

[2]) H. Grob, ETZ 22 (1901) S. 211. Im Anschluß hieran Briefwechsel Osnos, ETZ 22 (1901) S. 311 und Erwiderung Grob, S. 406.

[3]) Ziehl, ETZ 26 (1905) S. 617 und 30 (1909) S. 473.

mit einem Zweimaschinensatz aus, wenn man den Generator als Asynchronmaschine ausführt und den Läufer gegen das Ständerdrehfeld antreibt, so daß er an seinen Schleifringen als Frequenz die Summe aus Netzfrequenz und mechanischer Drehfrequenz liefert, mit der dann der Asynchronmotor hoher Drehzahl gespeist wird[4]). Diese Lösungen kommen aber nur für größere Werkstätten in Frage, in denen mehrere rasch laufende Motoren aufgestellt werden. Für einen einzelnen Motor dürften sie unwirtschaftlich sein, ganz abgesehen von dem Raumbedarf für den Mehrmaschinen-Umformersatz.

Eine zweite ausgeführte Lösung, wie sie von verschiedenen Firmen auf den Markt gebracht wurde, besteht darin, daß man zwischen den Ständer und den eigentlichen an die Welle Arbeit abgebenden Läufer einen Zwischenläufer einbaut, der im Ständer als Käfiganker mit nahezu synchroner Drehzahl läuft und an seinem inneren Umfange eine zweite, über Schleifringe gespeiste Drehstromwicklung trägt, die ein zweites, mit nahezu doppeltem Synchronismus laufendes Drehfeld erzeugt[5]). In diesem läuft dann mit üblicher Schlüpfung der Arbeitsläufer. Das Anlassen des Motors ist einfach. Nachteile sind: 1. der doppelte Luftspalt (der allerdings gegenüber dem Motor mit 3000 U/min keine Verschlechterung des $\cos\varphi$ bewirkt, weil dem doppelten Magnetisierungsstrom auch ein doppelter Wirkstrom entspricht), 2. das Vorhandensein von vier Lagern, und 3. die Vergrößerung des Außendurchmessers der Maschine.

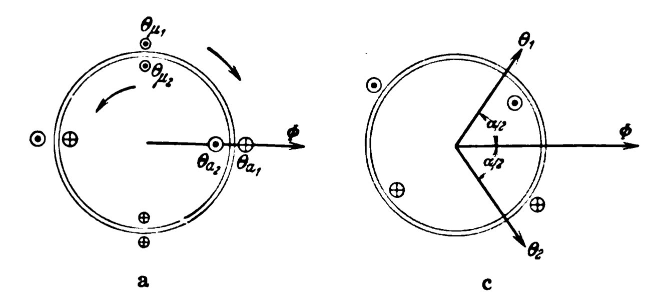
Diese Entwicklung im Sinne einer Erhöhung der Drehzahl legte den Gedanken nahe, die seinerzeit zu früh gekommene Idee des doppelt gespeisten Motors wieder aufzugreifen. Bei den zu diesem Zweck im Elektrotechnischen Versuchsfeld der Technischen Hochschule Berlin durchgeführten Versuchen, die zunächst von Dipl.-Ing. E. Rosen angestellt und später von Dipl.-Ing. H. Steudel fortgesetzt und zum Abschluß gebracht wurden, ergaben sich jedoch im Betriebe des Motors eigenartige Schwierigkeiten. Über diese sowie über die theoretische Aufklärung ihrer Ursache und über ihre erfolgreiche Behebung soll im folgenden kurz berichtet werden.

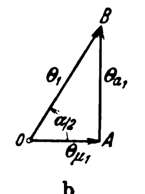
2. Die Arbeitsweise der Doppelfeldmaschine.

Über die Arbeitsweise der doppelt gespeisten Drehfeldmaschine sind in neuerer Zeit verschiedene Arbeiten[6]) erschienen, in denen auf theoretischem Wege das Kreisdiagramm der Maschine abgeleitet wird, und zwar zum Teil für den allgemeinen Fall, daß Ständer und Läufer von 2 verschiedenen Netzen mit verschiedener Frequenz f_1 bzw. f_2 gespeist werden. Aus diesem allgemeinen Fall erhält man dann für $f_2 = 0$ die mit Gleichstrom erregte einfache Synchronmaschine und für $f_2 = f_1$ mit gegenläufigem Läuferfeld die doppelt gespeiste Drehfeldmaschine im Sinne der vorliegenden Betrachtungen.

Um sich die Wirkungsweise des Motors klar zu machen, denkt man sich zweckmäßigerweise sowohl den Ständer wie den Läufer je in entgegengesetzter Richtung mit der Synchrongeschwindigkeit umlaufend. Dann läuft in beiden Teilen (bei zunächst verlustlos angenommenem Leerlauf) das Drehfeld jeweils mit Synchrongeschwindigkeit rückwärts; die beiden Durchflutungsdrücke stehen also im Raume still und erzeugen gemeinsam den ebenfalls im Raume stillstehenden resultierenden Fluß. Nehmen wir für die weitere Betrachtung zunächst Parallelschaltung von Ständer und Läufer an, so erhält jeder Teil (bezogen auf Sternschaltung) dieselbe Windungszahl wie beim gewöhnlichen Drehstrommotor der Ständer bei gleicher Netzspannung. Der in beiden Fällen gleiche Fluß (der jeweils in der Ständerwicklung die gleiche Gegen-EMK induzieren muß) wird also auch in beiden Fällen zu seiner Erzeugung dieselbe Amperewindungszahl benötigen. Während aber diese im Falle des gewöhnlichen Drehstrommotors nur vom Ständer aufgebracht wird, nehmen beim Doppelfeldmotor sowohl Ständer wie Läufer zu gleichen Teilen Anteil an der Aufbringung der magnetisierenden Durchflutung; d. h. der Magnetisierungsstrom im Ständer der Doppelfeldmaschine ist nur halb so groß wie beim gewöhnlichen Drehstrommotor. Da bei gleicher elektrischer Ausnutzung der Wirkstrom des Ständers in beiden Fällen derselbe bleibt, so muß der $\cos\varphi$ des Doppelfeldmotors besser sein als der des gewöhnlichen Drehstrommotors. Bei verlustlosem Leerlauf liegen hiernach die (magnetisierenden) Durchflutungen von Ständer und Läufer räumlich gleichachsig, und zwar gleichsinnig.

Bei Belastung bleiben in dem gedachten Falle des Gegenlaufs der beiden Maschinenteile die beiden Durchflutungen zwar ebenfalls im Raume stillstehend, aber ihre Lage verdreht sich zueinander. Das geht aus folgender Betrachtung hervor: Da bei verlust- und streuungslosem Motor der resultierende Fluß bei allen Belastungen unverändert bleibt, so behalten auch die in den Gesamtdurchflutungen von Ständer und Läufer enthaltenen magnetisierenden Komponenten Θ_{μ_1} und Θ_{μ_2} unverändert ihre Größe und Richtung bei (sie sind in Abb. 1a durch je eine Windung dargestellt). Die das Drehmoment liefernden Arbeitskomponenten der beiden Durchflutungen (in Abb. 1a wieder durch je eine Windung dargestellt und mit Θ_{a_1} und Θ_{a_2} bezeichnet) stehen mit ihren magnetischen Achsen stets senkrecht zur Flußrichtung und kompensieren sich gegenseitig vollständig, d. h. ihre Durchflutungsrichtungen sind einander entgegengesetzt. Das von Durchflutung und Fluß erzeugte Drehmoment wirkt also auf den einen Teil (in Abb. 1a: Ständer) rechtsdrehend, auf den anderen Teil (in Abb. 1a: Läufer) linksdrehend.





a magnetisierende Durchflutung und Wirk-Durchflutung
b Zusammensetzung der beiden Komponenten zur resultierenden Durchflutung des Ständers
c räumliche Lage der Durchflutungen des Ständers und Läufers und des resultierenden Drehflusses

Abb. 1. Räumliche Lage der Durchflutungen.

Da nun sowohl Θ_μ als auch Θ_a im Raume stillstehen, so gilt dies auch von den resultierenden Durchflutungen Θ_1 und Θ_2 der beiden Teile, die sich jeweils aus den Komponenten Θ_{μ_1} und Θ_{a_1} bzw. Θ_{μ_2} und Θ_{a_2} zusammensetzen (Abb. 1b). Beide resultierenden Durchflutungen sind in ihren magnetischen Achsen je um den gleichen Winkel $\pm\,\alpha/2$ gegen die Flußachse (Φ) und damit auch gegen die Leerlauflage verdreht, bilden also miteinander den Winkel α (Abb. 1c), und zwar ist gegen die Leerlauflage die Durchflutung jedes der beiden Teile jeweils in dem Sinne verdreht, in dem der Drehfluß relativ zu dem betreffenden Teile umläuft. Die resultierenden Durchflutungen sind in Abb. 1c als Vektoren Θ_1 und Θ_2 jeweils senkrecht zur Windungsebene eingezeichnet. Sie sind beide Scheitelwerte. Das Diagramm gibt ihre räumliche Lage an, während die Ströme in den beiden Wicklungen zeitlich phasengleich sind, da beide Wicklungen sich dem Netz gegenüber völlig gleich verhalten.

Zu denselben Ergebnissen kommt man auch bei Reihenschaltung der beiden Teile. Hier ist von vornherein der Strom in beiden Wicklungen derselbe. Da die Durchflutungen der beiden Arbeitskomponenten sich wieder gegenseitig kompensieren müssen, werden aus Symmetriegründen auch die magnetisierenden Durchflutungen einander gleich, so daß also jeder der beiden Teile wieder die Hälfte der Magnetisierung aufbringt.

Aus den räumlichen Vektordiagrammen lassen sich nun in bekannter Weise ohne weiteres auch die zeitlichen Vektordiagramme ableiten. Da sowohl der Fluß als auch die Durchflutungen der beiden Teile nach unserer Annahme im Raume stillstehen, so bewegt sich ein im Ständer befindlicher Beobachter an diesen drei räumlichen Vektoren im Sinne und mit der Geschwindigkeit des Ständers vorbei. Hierbei sind dann die zeit-

[4]) Trassl, Siemens-Z. 9 (1929) S. 667.
[5]) ETZ 55 (1934) S. 386.
[6]) Tscherdanzew, Arch. Elektrotechn. 15 (1926) S. 257. — E. Messing, Beiträge zur Theorie der doppeltgespeisten Induktionsmaschine, Diss. Karlsruhe 1931 und Arch. Elektrotechn. 27 (1933) S. 279. — Herschdörfer, Arch. Elektrotechn. 26 (1932) S. 620. — W. T. Kassjanow, Elektrotechn. u. Maschinenb. 50 (1932) S. 453.

lichen Phasenverschiebungswinkel zwischen den Vektoren Φ, Θ_1 und Θ_2 identisch mit den räumlich von ihnen gebildeten (und in Abb. 1 c dargestellten) Winkeln.

Wir erhalten somit als z e i t l i c h e s Vektordiagramm die Abb. 2 mit den auf die Ständerwicklung bezogenen Vektoren. Der Ständerstrom I_1 liegt phasengleich mit Θ_1; er hat gegen die aufgedrückte Ständerspannung die Phasenverschiebung φ_1. Die Läuferdurchflutung Θ_2 erscheint im Zeitdiagramm vom Ständer aus gesehen als um $\sphericalangle\, \alpha$ der Ständerdurchflutung nacheilend. Für den Läufer selbst gilt ein genau gleiches Zeitvektordiagramm, nur mit vertauschten Fußzeichen. Bei P a r a l l e l - s c h a l t u n g ist dann der Netzstrom doppelt so groß wie I_1, da I_2 dieselbe Phasenverschiebung gegen die Netzspannung hat wie I_1; bei R e i h e n s c h a l t u n g sind die in den beiden Teilen vom Fluß Θ induzierten beiden Teilspannungen E_1 und E_2 nach Größe und Phasenlage gleich, also je gleich der halben Netzspannung.

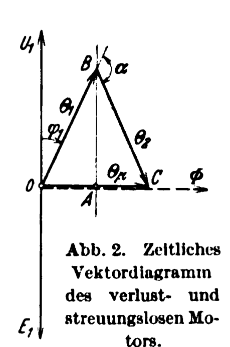


Abb. 2. Zeitliches Vektordiagramm des verlust- und streuungslosen Motors.

Für verschiedene Belastungen bleibt (beim verlust- und streuungslosen Motor) die Magnetisierung $\Theta_\mu = 0C$ (Abb. 2) konstant. Der Endpunkt B der Ständerdurchflutung bewegt sich also auf der Mittelsenkrechten der Strecke $0C$, also auf einer Geraden parallel zum Spannungsvektor U_1.

Mit Berücksichtigung der Streuung erhält man an Stelle der Geraden einen Kreis als geometrischen Ort für den Endpunkt des Stromvektors. Hierauf wird im II. Teil dieser Arbeit vom Mitverfasser H. S t e u d e l näher eingegangen werden[7]). Hier sei nur kurz auf einen weiteren Vorteil des Doppelfeldmotors hingewiesen gegenüber dem gewöhnlichen Asynchronmotor: das ist das erheblich höhere Kippmoment. Während beim gewöhnlichen Asynchronmotor bekanntlich der ideelle Kurzschlußstrom (also die Basis des Heyland-Kreises) dadurch bestimmt ist, daß er imstande sein muß, den gesamten primären Fluß Φ_1 durch die Streuwege des Ständers u n d Läufers zu drükken, wobei also der sekundäre, die Läuferwicklung durchsetzende Fluß $\Phi_2 = 0$ wird, liegt es beim Doppelfeldmotor anders. Hier müssen ja infolge der beidseitigen Speisung sowohl Φ_1 als auch Φ_2 je in voller Stärke erhalten bleiben. Von einem wirklichen Kurzschlußzustand kann also hier nicht die Rede sein. Es gibt aber auch hier einen Zustand, der mit dem ideellen Kurzschlußzustand des gewöhnlichen Induktionsmotors verglichen werden kann, da er mit ihm das gemeinsam hat, daß die beiden Durchflutungen einander genau entgegengesetzt gerichtet sind (sog. „Oppositionsstellung"). In diesem Falle steht, wenn man für beide Teile gleich große Streuung annimmt, jedem der beiden Flüsse nur der Streuweg des e i n e n Teiles (dem Fluß Φ_1 nur der Ständerstreuweg und dem Fluß Φ_2 nur der Läuferstreuweg) zur Verfügung. Infolgedessen wird unter den gemachten Voraussetzungen der Strom in beiden Teilen doppelt so groß wie der ideelle Kurzschlußstrom des einfachen Induktionsmotors. Der Luftspaltfluß ist in dieser Oppositionsstellung gleich Null. Für den Hauptweg ist also auch keine Magnetisierungsdurchflutung erforderlich. (Der Vektor $0C$ in Abb. 2 ist also nicht konstant.) Die Verdoppelung des ideellen Oppositionsstromes gegenüber dem ideellen Kurzschlußstrom bedeutet auch eine Verdoppelung des Kippmomentes. Zugleich ist mit der Vergrößerung des Kreisdurchmessers eine weitere Verbesserung des $\cos\varphi$ verbunden.

In Wirklichkeit können natürlich diese ideellen Werte nicht erreicht werden, da der ohmsche Abfall sich stark bemerkbar macht im Sinne einer Verminderung des Flusses und ebenso des Oppositionsstromes (höhere Lage des Oppositionspunktes auf dem Kreis). Aus beiden ergibt sich dann auch eine Verminderung des Kippmomentes, das aber immer noch größer bleibt als das des gewöhnlichen Induktionsmotors[7]).

3. Pendelneigung des Doppelfeldmotors und Maßnahmen zu ihrer Unterdrückung.

Nach diesen einfachen Darlegungen über das grundsätzliche Verhalten des Doppelfeldmotors würde man im Betriebe keinerlei Schwierigkeiten erwarten. Tatsächlich hat aber die Erfahrung gezeigt, daß der Motor eine starke Neigung zum Pendeln hat, die es unter Umständen, trotz sorgfältigster Synchronisierung beim Anlassen, unmöglich macht, ihn im Synchronismus zu halten. Daß diese Beobachtung nicht nur bei den im Elektrotechnischen Versuchsfeld der Technischen Hochschule Berlin durchgeführten Versuchen, sondern auch unabhängig anderwärts gemacht worden ist, geht aus einer Bemerkung in einem Aufsatz von H a ß d e n t e u f e l über einen „Kolllektormotor für Demonstrationszwecke" hervor[8]). Es wird dort eine kleine Maschine beschrieben, die einen Ständer mit dreiphasiger Wicklung und einen Läufer mit Kommutator und dreiphasig angeschlossenen Schleifringen besitzt und die in den verschiedensten Schaltungen betrieben werden kann. Da heißt es dann: „Endlich könnte die Maschine als ein über die Schleifringe doppeltgespeister Synchronmotor arbeiten, was jedoch infolge der kleinen Schwungmassen des Ankers e t w a s u n s t a b i l e V e r h ä l t n i s s e ergibt."

Bei den Versuchen im Elektrotechnischen Versuchsfeld der Technischen Hochschule Berlin ergab sich, daß die Pendelneigung um so geringer war, je kleiner der speisende Generator im Verhältnis zur Motorleistung war, d. h. je „weicher" das Netz war. An einem „starren" Netz (z. B. bei Anschluß an das städtische Netz) war die Maschine nicht im Tritt zu halten. Besser war der Betrieb, wenn der Motor mit der Messerwelle einer Holzbearbeitungsmaschine (Dicktenhobelmaschine) gekuppelt war, und zwar am besten mit elastischer Kupplung. Noch besser hielt sich der Motor, wenn er mittels Riemenantriebs auf einen Belastungsgenerator arbeitete. Dieser Versuch wurde vor allem deswegen angestellt, um den Einfluß einer elastischen Kraftübertragung festzustellen, die zugleich durch ihre Reibungsverluste dämpfend wirkte. Für praktischen Betrieb kommt freilich Riemenantrieb nicht in Frage, da ja der Doppelfeldmotor mit 6000 U/min doch gerade dazu dienen soll, den Riemetrieb zu vermeiden und einen rasch laufenden Antrieb mit unmittelbarer Kupplung zu ermöglichen.

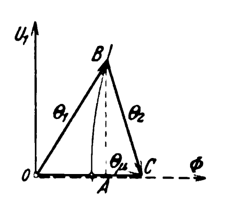


Abb. 3. Zeitliches Vektordiagramm des verlust- und streuungslosen Motors mit verschiedener Windungszahl in Ständer und Läufer.

Eine Besserung wurde hinsichtlich der Stabilität erreicht, als nach dem Vorschlag von Dipl.-Ing R o s e n die beiden Wicklungen in Ständer und Läufer n i c h t mehr mit g l e i c h e r, sondern mit v e r s c h i e d e n e r Windungszahl ausgeführt wurden[9]). Schon bei einer Abweichung der Windungszahlen um 10 bis 20 % wurden die Pendelungen so vermindert, daß ein ordnungsmäßiger Betrieb auch am starren Netz möglich wird. Bei dieser Ausführung ergibt sich jedoch eine Unsymmetrie in der Belastung der beiden Wicklungen. Bei Reihenschaltung erhält der Teil, der mit der größeren Windungszahl ausgeführt wird, die größere Durchflutung, also beispielsweise bei $W_1 > W_2$ wird $\Theta_1 > \Theta_2$. Das gleichschenklige Dreieck der Durchflutungen (Abb. 2) geht in diesem Falle in ein schiefes Dreieck über mit konstantem Seitenverhältnis $0B : BC$ (Abb. 3). Die Wirkdurchflutungen (die ja in beiden Teilen mit dem gemeinsamen resultierenden Fluß jeweils das gleiche Drehmoment liefern, proportional Höhe AB) sind in beiden Wicklungen trotz der verschiedenen Windungszahlen gleich groß; aber die räumlichen Winkelverdrehungen der beiden Gesamtdurchflutungen gegenüber der Flußlage sind jetzt verschieden. Infolgedessen arbeiten jetzt auch die beiden Teile mit verschiedenem $\cos\varphi$, und zwar hat der Teil mit der größeren Windungszahl den schlechteren $\cos\varphi$. Der andere Teil erreicht bei einer bestimmten Belastung $\cos\varphi = 1$, darüber hinaus nimmt er voreilenden Strom auf. Die Magnetisierung des Flusses wird also im wesentlichen von dem Teil mit der größeren Windungszahl übernommen. Während bei gleichen Windungszahlen der geometrische Ort des Endpunktes B des Ständerstromvektors beim idealen (also streuungs- und verlustlosen) Motor eine Gerade, und zwar die Mittelsenkrechte der Magnetisierung $0C$ war, würde hier bei ungleichen Windungszahlen der geometrische Ort in einen Apollonischen Kreis übergehen, der die Basis $0C$ innen und außen im Verhältnis der Windungszahlen teilt,

[7]) Vgl. hierzu auch: Helmut Steudel, Das Betriebsverhalten der Doppelfeldmaschine, Dissertation T. H. Berlin 1933.

[8]) Elektrotechn. u. Maschinenb. 42 (1924) S. 581.

[9]) DRP. 510 731 vom 2. 10. 1927.

vorausgesetzt, daß diese Dreieckbasis $0C$ für alle Belastungen konstant bliebe (d. h., daß Φ konstant wäre). Dies ist jedoch auch beim verlustlosen Motor nicht mehr der Fall. Denn der Fluß Φ induziert jetzt nicht mehr gleiche Spannungen in beiden Teilen, sondern es ist jetzt auch $E_1 : E_2 = W_1 : W_2$. Außerdem aber sind, wie bereits erwähnt, die Phasenverschiebungen in beiden Teilen verschieden, und da wegen der Reihenschaltung der Strom in beiden Teilen derselbe ist, so bilden die beiden Teilspannungsvektoren einen Winkel miteinander, der mit wachsender Belastung immer größer wird. Die resultierende *EMK* würde also bei konstantem Fluß immer kleiner werden. Da sie aber in Wirklichkeit durch die angelegte Netzspannung auf immer gleichem Wert gehalten wird, so wächst der Fluß mit zunehmender Belastung. Also nimmt auch die erforderliche Magnetisierung $0C$ mit wachsender Last zu. Auch die Eisenverluste wachsen daher mit zunehmender Last.

Die Streuung bewirkt, daß beim symmetrischen Motor (mit $W_1 = W_2$) der geometrische Ort von der Geraden in einen Kreis übergeht. Da bei unsymmetrischen Wicklungen der geometrische Ort schon beim streuungslosen Motor von der Geraden abweicht, so folgt daraus, daß das Kippmoment des wirklichen Motors mit unsymmetrischer Wicklung kleiner sein wird als das des symmetrischen Motors. Die Stabilisierung des Motors mittels ungleicher Windungszahlen wird also durch eine Reihe von Nachteilen erkauft.

Schließlich gelang es aber dem Verfasser, die Pendelneigung auf anderem Wege zu beseitigen, und zwar durch Anbringung einer dämpfend wirkenden Hilfswicklung. Eine Dämpferwicklung der gewöhnlichen Art, die bekanntlich bei gleichmäßigem Lauf synchron mit dem Fluß umläuft und daher stromlos bleibt und erst bei Auftreten von Pendelungen Ströme erzeugt, die dämpfende Drehmomente liefern, kommt allerdings im vorliegenden Falle nicht in Frage. Denn hier läuft ja der Fluß relativ zu beiden Wicklungen mit voller Frequenz um. Es ist also kein Teil vorhanden, der mit dem Fluß synchron umläuft und auf dem eine gewöhnliche Kurzschluß-Dämpferwicklung angebracht werden könnte.

Dagegen läßt sich die Pendelneigung vollkommen sicher unterdrücken, wenn man im Ständer außer der betriebsmäßig mit dem Läufer in Reihe geschalteten Arbeitswicklung, die also immer denselben Strom führt wie der Läufer, noch eine Hilfswicklung anbringt, die an die Netzspannung gelegt wird[10]) (Schaltung s. Abb. 4). Um sich die Wirkungsweise dieser Hilfswicklung klar zu machen, denke man sich wieder zunächst beide Teile gegenläufig mit Synchrongeschwindigkeit umlaufend, wobei also der Fluß im Raume stillsteht. Wählt man nun die Windungszahl der Hilfswicklung so, daß in diesem Idealfall in ihr eine der Netzspannung genau gleich große Gegen-EMK induziert wird, so wird die Hilfswicklung stromlos bleiben. Denkt man sich nun über den Synchronismus eine Pendelschwingung überlagert, so müßten aus Symmetriegründen Ständer und Läufer jeweils im entgegengesetzten Sinne um gleich große Beträge ausschwingen, während der Drehfluß im Raume stillstehen würde. Da aber die Hilfswicklung unmittelbar am Netz liegt, wird ihr durch Netzspannung und Netzfrequenz ein ganz bestimmter synchroner Drehfluß aufgezwungen. Eine Abweichung von diesem Sollwert beantwortet daher die Hilfswicklung mit einer Stromaufnahme, die den Gleichgewichtszustand des Drehflusses aufrecht zu erhalten sucht, d. h. sie wirkt dämpfend auf die Pendelung des Ständers relativ zum Drehfluß. Da aber der resultierende Drehfluß von Ständer- und Läuferdurchflutung gemeinsam erzeugt wird, so wird auch der Läufer in seinen Pendelungen gehemmt.

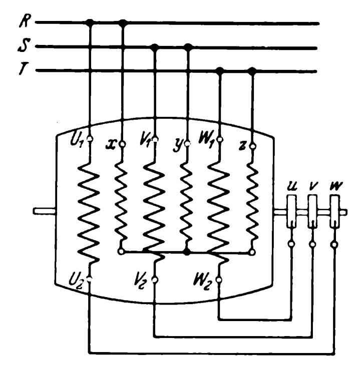
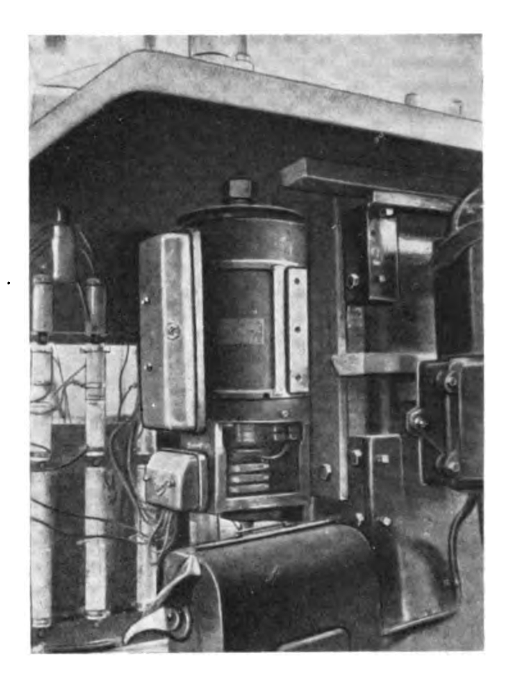


Abb. 4. Schaltbild des Doppelfeldmotors mit Hilfswicklung (x—y—z).

[10]) DRP. 506 069 vom 8. 6. 1927.

In Wirklichkeit wird nun der Ständer im Raume festgehalten, der Drehfluß läuft mit normaler Synchrongeschwindigkeit, der Läufer mit der doppelten. Wenn jetzt Pendelungen auftreten, pendelt der Fluß gegen den Ständer und der Läufer räumlich mit doppelter Amplitude. Wenn also der Drehfluß mit Hilfe der Hilfswicklung möglichst im normalen Synchronismus gehalten wird, so kann auch der Läufer nicht stark pendeln.

An einem mit solcher Hilfswicklung versehenen Versuchsmotor zeigte sich, daß die stabilisierende Wirkung der Hilfswicklung außerordentlich kräftig ist. Während bei abgeschalteter Hilfswicklung der Motor überhaupt nicht im Synchronismus zu halten ist, ist mit Hilfswicklung der Lauf unbedingt stabil. Wenn man im Betriebe die Hilfswicklung abschaltet, so setzen sofort Pendelungen ein, die unter immer mehr anwachsender Stromaufnahme sich rasch vergrößern, bis der Motor nach wenigen Sekunden außer Tritt fällt[11]). Schaltet man aber noch vor dem Abkippen die Hilfswicklung wieder ein, so zieht sie unter zunächst starker, aber schnell abnehmender Stromaufnahme den Läufer wieder in seinen Doppelsynchronismus hinein. Diese Eigenschaft der Hilfswicklung erleichtert auch das selbsttätige Synchronisieren, über das im zweiten Teil dieser Arbeit näher berichtet werden soll.


Abb. 5. Versuchsmotor, eingebaut zum Antrieb einer Senkrechtfräse.

Auch bei starken Überlastungen ist der Motor mit Hilfswicklung kaum außer Tritt zu bringen. Er hat, wie bereits erwähnt, ein recht hohes Kippmoment. Das wurde nicht nur durch Messung, sondern auch bei einem Versuchsbetrieb festgestellt, bei dem der Motor in unmittelbarer Kupplung eine Senkrechtfräse antrieb (s. Abb. 5).

Die Hilfswicklung nimmt bei richtiger Anordnung nur einen ganz geringen Strom auf, der zur Unterdrückung der Pendelneigung genügt. Da bei zunehmender Belastung infolge des Spannungsabfalls in der Ständerarbeitswicklung eine relative Verdrehung des Flußvektors gegen den Netzspannungsvektor eintritt, müßte eigentlich die Hilfswicklung entsprechend räumlich verdreht werden, um immer wieder diejenige Lage zu erhalten, bei der der Vektor der in ihr induzierten EMK genau in Gegenphase zur Netzspannung liegt. Da die Hilfswicklung aber ihre Lage räumlich beibehält, wird sie bei zunehmender Belastung einen wachsenden Strom aufnehmen, der aber im wesentlichen Blindstrom ist und die Arbeitswicklungen von einem entsprechenden Anteil am Magnetisierungsstrom entlastet. Der $\cos \varphi$ des Motors wird also durch die Stromaufnahme der Hilfswicklung nicht verschlechtert. Ein weiterer Grund für zunehmende Stromaufnahme der Hilfswicklung liegt in der Abnahme des Flusses mit wach-

[11]) Er kommt dabei aber nicht etwa zum Stillstand, sondern läuft mit etwa 3000 U/min, also etwa einfachem Synchronismus stabil weiter. Der sich hierbei bildende Drehfluß ist ein exzentrischer Kreisfluß.



sender Belastung. In Wirklichkeit werden die Verhältnisse dadurch günstiger, daß das Stromminimum der Hilfswicklung nicht bei Leerlauf, sondern bei etwa ⅓ Nennlast auftritt, wenn man die Windungszahl der Hilfswicklung entsprechend wählt. Was nun die Ursache für das Auftreten der Pendelungen anlangt, so hat H. Steudel auf Grund der im Elektrotechnischen Versuchsfeld der Technischen Hochschule Berlin von ihm durchgeführten Untersuchungen festgestellt, daß sie auf „negative Dämpfung" zurückzuführen sind[12]). Zugleich hat er Anlaßverfahren angegeben, die es gestatten, den Läufer ohne besondere Synchronisiereinrichtungen in Doppelsynchronismus zu bringen. Über diese Untersuchungen wird er selbst im zweiten Teile dieser Arbeit berichten.

Für die Ermöglichung der Durchführung der Versuche am Doppelfeldmotor sind wir zu Dank verpflichtet: der Firma Ziehl-Abbegg für Herstellung eines ersten Motors, der Firma SSW für Ausführung zweier weiterer Versuchsmotoren und für Durchführung von Betriebsversuchen in einer Werktischlerei, und schließlich Herrn Fabrikbesitzer Ing. Jos. Sternkopf, Rittersgrün, für Bereitstellung von mancherlei Hilfsgerät sowie für Durchführung von Versuchen in seinem eigenen Betriebe und für das lebhafte Interesse, mit dem er immer die Untersuchungen verfolgt und auch geldlich gefördert hat.

[12]) S. Fußnote 7.

Zusammenfassung.

Für den verlust- und streuungslosen Doppelfeldmotor wird an Hand des einfachen Vektordiagramms gezeigt, daß Ständer und Läufer bei gleichen wirksamen Windungszahlen gleichmäßig am Aufbau des resultierenden Drehflusses teilnehmen, daß dagegen die Wirkströme eine relative Verdrehung der beiden Durchflutungen gegeneinander bewirken. Der Motor hat einen besseren $\cos\varphi$ und erheblich höheres Kippmoment als der gewöhnliche Asynchronmotor. Als Nachteil zeigt sich eine starke Pendelneigung. Diese kann zwar mit einem von 1 : 1 abweichenden Übersetzungsverhältnis zwischen Ständer und Läufer unterdrückt werden, doch ergeben sich hierbei andere Nachteile infolge der Unsymmetrie zwischen Ständer und Läufer. Eine völlige Unterdrückung der Pendelneigung ohne solche Nachteile erreicht man mit einer vom Verfasser angegebenen Hilfswicklung im Ständer, die zugleich das Synchronisieren des Motors erleichtert.

(Ein zweiter Teil folgt.)

Gleichzeitige fehlerfreie Messung von Spannung und Strom.

Von **Wilhelm Bader**, München.

621. 317. 3

Übersicht. Entwicklung und Untersuchung zweier neuer Schaltungen, welche Spannung und Strom eines Prüflings gleichzeitig und fehlerfrei zu messen gestatten, so daß sich die bisher notwendigen lästigen Berichtigungen erübrigen.

Will man zu irgendwelchem Zwecke Klemmenspannung U und Strom I eines Verbrauchers gleichzeitig feststellen, so muß man streng genommen bei den üblichen beiden Schaltungen an einem Meßergebnis eine Berichtigung vornehmen, indem man je nach der gewählten Anordnung entweder von der gemessenen Spannung den Spannungsabfall des Strommessers oder aber von dem gemessenen Strome den Stromverbrauch des Spannungsmessers abzieht[1]). Wenn der Eigenverbrauch keines der beiden Meßgeräte verschwindend klein gegenüber der im Prüfling umgesetzten Leistung ist, so erweist sich diese Berichtigung zur Vermeidung grober Meßfehler auch praktisch als notwendig; sie ist bei Wechselstrommessungen besonders lästig, da sie die Kenntnis der anderweitig festzustellenden Phasenverschiebung zwischen U und I und des genauen Impedanzwertes des Meßgerätes voraussetzt. Man hat zwar — wenigstens bei nicht schwankenden Meßwerten — vorgeschlagen, die beiden Messungen (meist mit nur einem Meßgerät) hintereinander durchzuführen und in bekannter Weise den unbenutzten Strommesser kurzzuschließen bzw. den Spannungsmesser abzuschalten. Dieses Verfahren kann aber zu Fehlmessungen führen, da im allgemeinen durch die Schaltungsänderung die Klemmenspannung am Verbraucher sich ändern wird, also die beiden Werte U und I bei verschiedenen Betriebszuständen gewonnen werden und nicht aufeinander bezogen werden dürfen.

Anscheinend ist bis heute die Feststellung versäumt worden, daß man in zwei einfachen Schaltungen U und I gleichzeitig und **fehlerfrei** messen kann, so daß sich eine Berichtigung erübrigt, die stets unerwünscht und manchmal nur schwer durchführbar ist. Diese beiden Anordnungen lassen sich durch folgende Überlegung gewinnen: Wir denken uns zwischen Stromquelle und Verbraucher irgendein Netzwerk eingefügt, das u. a. den Spannungs- und den Strommesser enthält. Wenn wir die Verbrauchergrößen U und I vorschreiben, sind jedenfalls alle Ströme oder Teilspannungen im Netzwerk als linearer Ausdruck in U und I festgelegt; insbesondere wird sich für die Spannung u am Spannungsmesser und den Strom i im Strommesser im allgemeinen

$$u = c_1 U + c_1' I; \quad i = c_2 I + c_2' U \tag{1}$$

[1]) Vergleiche etwa Keinath: Die Technik elektrischer Meßgeräte, Bd. 2; Berlin: R. Oldenbourg 1928.

ergeben (c = Festwert). Wir fordern, daß in Strenge $u = c_1 U$; $i = c_2 I$ werde. Hierfür ist nach Gl. (1) notwendig und hinreichend, daß $c_1' = c_2' = 0$, oder daß

1. für $U = 0$, d. h. im Kurzschluß $u = 0$ (2a)
2. für $I = 0$, d. h. im Leerlauf $i = 0$ (2b)

sich ergeben. Die Forderung (2a) läßt sich ohne weiteres erfüllen, wenn wir den Spannungsmesser dem Verbraucher unmittelbar nebenschalten. ($c_1 = 1$). Um auch der Gl. (2b) gerecht zu werden, muß der Strommesser zwischen zwei Punkten liegen, die im Leerlauf gleiches Potential besitzen. Will man umgekehrt zunächst (2b) befriedigen, so muß der Strommesser unmittelbar vor den Verbraucher geschaltet werden ($c_2 = 1$), während wegen (2a) der Spannungsmesser im Kurzschluß an zwei Punkten gleicher Spannung liegen muß. Auf Grund dieser Feststellungen gelangt man zu den in Abb. 1 dargestellten beiden Schaltungen, die der Bedingung

$$s_1 s_4 - s_2 s_3 = 0 \tag{3a}$$

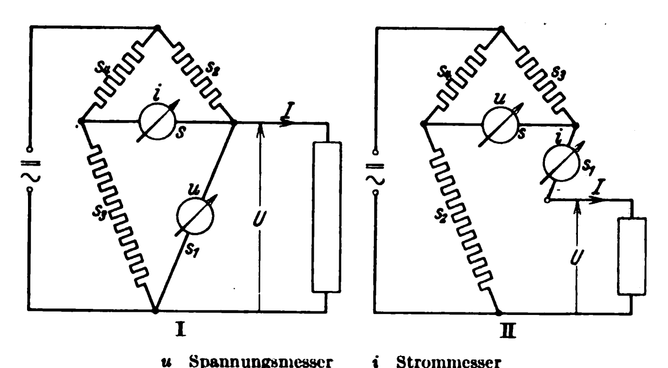


Abb. 1. Die beiden Schaltungen für gleichzeitige fehlerfreie Messung von Spannung und Strom.

unterworfen sind, wobei die s bei I Widerstände, bei II Leitwerte bedeuten. Durch diese Bezeichnungsart lassen sich nämlich für beide Schaltungen, die übrigens zueinander reziprok sind, gemeinsame Beziehungen aufstellen. Natürlich zeigt bei Schaltung I für $I \neq 0$ der Strommesser, bei Schaltung II für $U \neq 0$ der Spannungsmesser auch wirklich einen Ausschlag, da ja bei diesen beiden Betriebszuständen die Brücken nicht mehr abgeglichen sind.

Im folgenden sollen die Bestandteile der beiden Schaltungen nach den Gesichtspunkten der durch Gl. (3a) gewährleisteten Fehlerfreiheit, des gewünschten Meßberei-

ches und geringsten Eigenverbrauches festgelegt werden. Zunächst folgt aus vorstehenden Ausführungen für beide Schaltungen

$$\begin{array}{ll} \text{I.} & \text{II.} \\ u = U & i = I \\ i = c_I\, I & u = c_{II}\, U. \end{array} \qquad (4)$$

Man ermittelt leicht[2]) durch Betrachtung der Kurzschluß- bzw. Leerlaufschaltung als „Übersetzungsverhältnis“

$$c_I = c_{II} = c = \frac{s_2\, s_3}{s_3\,(s + s_2 + s_4) + s\, s_4}, \qquad (3\,\text{b})$$

eine Beziehung, die für $s_3 \to \infty$ in die bekannte Verzweigungsformel übergeht.

Gl. (3 a, b), nach s_3 und s_4 aufgelöst, liefern (abgesehen von der nicht brauchbaren Lösung $s_3 = s_4 = 0$)

$$s_3 = \left[\frac{1}{c} - 1 - s\left(\frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_2}\right)\right] s_1 \qquad (5\,\text{a})$$

$$s_4 = \left[\frac{1}{c} - 1 - s\left(\frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_2}\right)\right] s_2. \qquad (5\,\text{b})$$

Damit die Meßwiderstände s_3 und s_4 positiv ausfallen, muß

$$\frac{1}{c} - 1 - \frac{s}{s_1} - \frac{s}{s_2} > 0 \qquad (6)$$

sein. Bei gegebenen Meßgeräten liegen s und s_1 fest; da s/s_2 positiv, ist zu fordern, daß

$$\frac{1}{c} - 1 - \frac{s}{s_1} > 0$$

oder

$$c < \frac{s_1}{s + s_1}; \qquad (7\,\text{a})$$

diese Beziehung wird später noch umgeformt werden. Daß das Übersetzungsverhältnis $c < 1$ sein muß, lehrt schon die Stromverzweigung in Abb. 1. Der Strommesser in Schaltung I und der Spannungsmesser in II müssen also eine etwas höhere Empfindlichkeit besitzen, als dem durch Verbraucherstrom I und Verbraucherspannung U festgelegten Meßbereich entspricht. Hat man nun im Rahmen der Einschränkung (7 a) aus dem Meßbereich der Schaltung und des uns zur Verfügung stehenden Meßgerätes den Wert c gemäß Gl. (4) bestimmt, so ist ferner wegen Gl. (6)

$$s_2 > \frac{c}{1 - \dfrac{s + s_1}{s_1}\, c}\; s \qquad (7\,\text{b})$$

zu wählen.

Bei gegebenen Werten s, s_1 und c sind demnach durch die Gl. (5 a) und (5 b) den drei Meßwiderständen s_2, s_3 und s_4 nur zwei Bedingungen auferlegt. Man kann nun entweder den Widerstand s_2 innerhalb der durch (7 b) gezogenen Grenze nach Gutdünken wählen oder aber den noch verbliebenen Freiheitsgrad dazu ausnutzen, um den Eigenverbrauch V der Schaltung, d. i. die in den Widerständen s_2, s_3, s_4 und in den beiden Meßgeräten[3]) zu Verlust gehende Leistung auf den Mindestwert herabzudrücken. Eine etwas längere Rechnung liefert das Ergebnis:

Bei gegebenen Verbrauchergrößen U, I und unter Annahme von $\cos\varphi = 1$ erreicht V seinen Mindestwert vom Betrage

$$V_{\min} = \left\{\frac{(1-c)\, a\, b}{[c\,(1-c) - a\, b]^2}\,(A + B)^2 + a\right\} U\, I, \qquad (8)$$

wenn

$$s_2 = \frac{c^2}{c\,(1-c) - a\, b}\;\frac{A + B}{A}\; s \qquad (5\,\text{c})$$

gewählt wird. In diesen Gleichungen bedeuten

$$\left.\begin{array}{l|l} \qquad\text{I.} & \qquad\text{II.} \\ a = \dfrac{\dfrac{U^2}{s_1}}{U\, I} & a = \dfrac{\dfrac{I^2}{s_1}}{I\, U} \\ b = \dfrac{i^2\, s}{U\, I} = \dfrac{c^2\, I^2\, s}{U\, I} & b = \dfrac{u^2\, s}{I\, U} = \dfrac{c^2\, U^2\, s}{I\, U}, \end{array}\right\} \qquad (9)$$

d. i. das Verhältnis des Eigenverbrauches von Strom- oder Spannungsmesser zur Meßleistung; ferner

$$\left.\begin{array}{l} A = \sqrt{c - a\, b}\left(\sqrt{\dfrac{a}{1-c}} + \sqrt{\dfrac{1-c}{a}}\right) \\ B = c\left(\sqrt{\dfrac{c}{b}} + \sqrt{\dfrac{b}{c}}\right). \end{array}\right\} \qquad (10)$$

Zwischen a, b, den schon früher eingeführten Widerständen s und s_1 sowie dem Übersetzungsverhältnis c besteht übrigens nach Gl. (9) der Zusammenhang[4])

$$a\, b = c^2\, \frac{s}{s_1}.$$

Setzen wir hieraus s/s_1 in Gl. (7 a) ein, so ergibt sich $c < \frac{c^2}{c^2 + a\, b}$ oder nach kleiner, oben angekündigter Umformung

$$\left(c - \frac{1}{2}\right)^2 < \frac{1}{4} - a\, b. \qquad (7\,\text{a}^*)$$

	I	II
$c =$	$\dfrac{i}{I}$	$\dfrac{u}{U}$
$a =$	$\dfrac{N_u}{N}$	$\dfrac{N_i}{N}$
$b =$	$\dfrac{N_i}{N}$	$\dfrac{N_u}{N}$

N_u, N_i Eigenverbrauch von Spannungs- u. Strommesser

$N = U\, I$ = Meßscheinleistung

Für gegebenes Produkt $a\, b$ muß der Wert c innerhalb der Kurvenfläche liegen.

Abb. 2. Anwendungsbereich der Schaltungen I und II.

Abb. 2 liefert die Darstellung für diese Umgleichung. Damit Gl. (7 a*) oder (7 a) befriedigt werden und daher alle Widerstände positiv ausfallen, muß

$$a\, b < \frac{1}{4}$$

sein, eine Voraussetzung, die in der Regel erfüllt ist. Ferner entnimmt man aus dem Schaubilde den erlaubten Wertebereich von c für ein zulässig gegebenes $a\, b$.

Hat man nun s_2 willkürlich oder nach Gl. (5 c) und sodann aus den Gl. (5 a, b) die Meßwiderstände s_3 und s_4 festgelegt, so wird wegen der Ungenauigkeiten in den Widerstandsangaben und in der Ausrechnung weder Bedingung (3 a) für fehlerfreie Messung streng erfüllt sein, noch c in Gl. (3 b) jenen runden Wert annehmen, den wir zwecks bequemer Ablesung vorschreiben wollen. Abhilfe leistet das folgende Abgleichverfahren, das in zwei Schritten durchzuführen ist:

	I	II
1.	Einen der drei Widerstände s_2, s_3, s_4 verändern, bis	
	im Leerlauf $i = 0$	im Kurzschluß $u = 0$.
	Bei besonderen Genauigkeitsansprüchen mit Spiegelgalvanometer an Stelle des	
	Strommessers	Spannungsmessers
	festzustellen.	
2.	Verbraucher mit	
	vorgeschaltetem besonderen Strommesser	nebengeschaltetem besonderen Spannungsmesser
	einschalten und Neben- oder Vorwiderstand zum	
	Strommesser	Spannungsmesser
	der Meßschaltung einregeln, bis	
	$c = i/I$	$c = u/U$
	den vorgeschriebenen Wert erreicht. Da durch diese Maßnahme die Empfindlichkeit des Meßgerätes nur verringert werden kann, ist, etwa durch leichte Änderung eines Widerstandes, dafür zu sorgen, daß sie vorher etwas zu groß war.	

Durch den zweiten Abgleich wird der erste offenbar nicht beeinträchtigt.

[2]) Die Auflösung linearer Gleichungen zur Netzberechnung und die später nötige Differentialrechnung für die Bestwertermittlung mögen der Übersichtlichkeit wegen übergangen werden.

[3]) Der Eigenverbrauch der beiden Meßgeräte ist an sich fest gegeben, wird aber zweckmäßig in V mit einbezogen, um einen gerechten Vergleich zwischen beiden Schaltungen zu ermöglichen; vgl. das später folgende Beispiel.

[4]) Im Gegensatz zu Gl. (8) und (5c) gelten diese Formel u. Gl. (7 a*) auch für Belastung mit Phasenverschiebung, wobei $U I$ in Gl. (9) die Scheinleistung ist.

Anwendungsbeispiel. Bei Tonfrequenz soll die Kennlinie $U = f(I)$ für einen Verbraucher mit thermischen Meßgeräten aufgenommen werden. Gewünschte Meßbereiche der Schaltung $U = 1{,}5$ V; $I = 10$ mA; also $UI = 15$ mW. An Meßgeräten stehen zur Verfügung[5]):

Meßgerät	Nr.	Meßbereich	Stromaufnahme bzw. Spannungsabfall	Eigenverbrauch
Spannungsmesser . . .	1	1,5 V	10 mA	15 mW
	2	0,6 V	10 mA	6 mW
Strommesser . .	1	10 mA	0,4 V	4 mW
	2	5 mA	0,4 V	2 mW

Wollten wir eine der beiden eingangs erwähnten fehlerbehafteten Schaltungen anwenden, so wären nach anderweitiger Feststellung der Phasenverschiebung lästige Berichtigungen notwendig, da weder die Stromaufnahme des Spannungsmessers Nr. 1 noch der Spannungsabfall des Strommessers Nr. 1 klein gegenüber I bzw. U sind.

Wir untersuchen die Anwendbarkeit unserer Schaltungen I und II; für die Bestwertberechnungen seien als Belastung die Meßbereichwerte und $\cos\varphi = 1$ zugrunde gelegt.

I	II
Zunächst wählen wir gemäß Abb. 1 oder Gl. (4)	
Spannungsmesser Nr. 1	Strommesser Nr. 1
mit den Widerstandswerten	
$s_1 = 150\,\Omega$	$s_1 = \frac{1}{40}$ S(iemens)
und einem bezogenen Eigenverbrauch nach Gl. (9) und obiger Tafel	
$a = \frac{15}{15} = 1$	$a = \frac{4}{15}$;
ferner benutzen wir, da c in Gl. (4) kleiner als 1 sein muß,	
Strommesser Nr. 2	Spannungsmesser Nr. 2
mit	
$s = 80\,\Omega$	$s = \frac{1}{60}$ S
$b = \frac{2}{15}$	$b = \frac{6}{15}$.
Das Übersetzungsverhältnis beträgt	
$c = \frac{i}{I} = \frac{5}{10} = 0{,}5$	$c = \frac{u}{U} = \frac{0{,}6}{1{,}5} = 0{,}4$;
diese Werte sind nach Abb. 2 ausführbar, da	
$ab = \frac{2}{15} = 0{,}13$	$ab = \frac{8}{75} = 0{,}11$.
Aus Gl. (10) folgt	
$A = 1{,}285$	$A = 1{,}174$
$B = 1{,}226$	$B = 0{,}8$,
aus Gl. (8):	
$V_{\min} = 31{,}9\,UI = 0{,}48$ W	$V_{\min} = 14{,}3\,UI = 0{,}21$ W
und aus Gl. (5 c):	
$s_2 = 4{,}19\,s =$ rd.[6]) $\underline{340\,\Omega}$	$s_2 = 2{,}018\,s =$ rd. $\frac{1}{30}$ S.

[5]) Die Angaben entstammen der Handliste 1932, Teil IV a, von S & H.
[6]) Durch diese Abrundung wird nur V praktisch unbedeutend beeinflußt.

Schließlich liefern die Gl. (5 a), (5 b):

$s_3 = 0{,}233\,s_1 = \underline{34{,}95\,\Omega}$	$s_3 = \frac{1}{3}\,s_1 = \underline{\frac{1}{120}\text{ S}}$.
$s_4 = 0{,}233\,s_2 = \underline{79{,}22\,\Omega}$	$s_4 = \frac{1}{3}\,s_2 = \underline{\frac{1}{90}\text{ S}}$.

Daß der Eigenverbrauch verhältnismäßig so beträchtlich ist, liegt an der geforderten hohen Empfindlichkeit; seine absolute Größe wird meistens ziemlich belanglos sein, solange sie sich in tragbaren Grenzen hält. Wenn aber keine anderen Gesichtspunkte einer bestimmten Schaltung den Vorzug geben, wählen wir bei unserem Beispiel im Hinblick auf $V_{\min}$ Schaltung II.

Nun mögen noch folgende Ergänzungen Platz finden: Wir haben bisher vorausgesetzt, daß die Klemmenspannung am Verbraucher und der von ihm aufgenommene Strom fehlerfrei gemessen werden. Da aber offenbar die Phasenverschiebung zwischen U und I ganz belanglos ist, können wir auch die Klemmenspannung der Quelle und den von ihr gelieferten Strom fehlerfrei messen, wenn wir in den Schaltungen I oder II Netz und Verbraucher miteinander vertauschen.

Wenn entgegen bisheriger Voraussetzung in Schaltung I der Widerstand des Spannungsmessers, in II jener des Strommessers nicht rein ohmisch ist, so muß für den Gebrauch bei Wechselstrom der weiter oben vorgeschriebene Abgleich Nr. 1 durch die beiden möglichst frequenzunabhängigen Abgleichungen einer geeigneten Wechselstrombrücke ersetzt werden. Ist z. B. der Strommesser in Schaltung II als Reihenschaltung des ohmschen Widerstandes $1/s_1$ und einer Induktivität aufzufassen, so kann man nach Befriedigung von Gl. (3 a) durch einen Nebenkondensator zu s_4 dafür sorgen, daß bei allen Frequenzen im Kurzschluß $u = 0$ wird. Man kann weiterhin in Reihe oder an Stelle des Strommessers die Stromspule, neben oder statt des Spannungsmessers die Spannungsspule eines dynamometrischen Leistungsmessers einfügen; dann muß zum Zwecke der fehlerlosen, berichtigungsfreien Leistungsmessung neben dem ebengenannten Abgleich noch dafür gesorgt werden, daß bei Meßfrequenz mit i_u als Strom in der Spannungsspule $\sphericalangle(i_u, U) = \sphericalangle(i, I)$ ist. Hierauf soll aber nicht näher eingegangen werden. — Die Leistung kann schließlich auch mit Elektrometer gemessen werden, dem man die an s_1 und s abgegriffenen Spannungen zuführt. Dann erübrigen sich die bisher notwendigen Berichtigungen[7]).

Zusammenfassung.

Die Messung von Spannung und Strom erfordert bei kleiner Leistung des Prüflings Berichtigungen, die insbesondere bei Wechselstrom als lästig empfunden werden. Dieser Übelstand wird durch zwei neue Schaltungen für die gleichzeitige fehlerfreie Messung von Spannung und Strom beseitigt. Die in jeder der beiden Anordnungen enthaltenen drei Meßwiderstände werden zunächst rechnerisch nach den Gesichtspunkten der Fehlerfreiheit, des gewünschten Meßbereiches und geringsten Eigenverbrauches und dann endgültig durch Abgleichung festgelegt. Anwendungsbeispiel. Das Verfahren ist auch bei Meßgeräten mit komplexem Eigenwiderstand anwendbar und kann auf die fehlerlose, berichtigungsfreie Leistungsmessung ausgedehnt werden.

[7]) Vgl. Jaeger: Elektrische Meßtechnik, 3. Aufl. — Über eine andere Art fehlerloser Leistungsmessung vgl. den Aufsatz des Verfassers: Fehlerfreie thermische Leistungsmesser, erscheint demnächst im Arch. Elektrotechn.

Nachrichten- und Warnanlage für den Luftschutz in Großbetrieben.

621. 398 : 623. 74

Voraussetzung für die erfolgreiche Durchführung des Luftschutzes ist es, daß alle aktiv oder passiv daran Beteiligten rechtzeitig über sämtliche Vorgänge beim Fliegerangriff und die zu ergreifenden Maßnahmen unterrichtet werden. Es handelt sich dabei keineswegs nur um die Verbreitung des Signals „Fliegeralarm", das alle auffordert, sich in Sicherheit zu bringen. Vor allem müssen zunächst die Luftschutzmannschaften möglichst frühzeitig von dem bevorstehenden Angriff unterrichtet werden, damit sie noch ihre Ausrüstung anlegen und sich an ihre Plätze begeben können. Den Leitern der verschiedenen Trupps müssen vielleicht noch mehr ins einzelne gehende Anweisungen gegeben werden. Häufig sind vorher auch Befehle zu verbreiten, die allgemein gültige Anordnungen außer Kraft setzen, da die Lage sich nicht der Annahme entsprechend entwickelte. Vor dem eigentlichen Fliegeralarm ist ferner ein Vorsignal zu geben, damit z. B. genügend Zeit bleibt, Betriebseinrichtungen stillzulegen, Motoren auszuschalten, Hochöfen zu dämpfen und besonders wertvolle Dinge in Sicherheit zu bringen. Ebenso ist es nötig, das Ende des Fliegeralarms bekanntzumachen und auch hier wieder eine ganze Reihe von Einzelbefehlen zu erteilen.

Geht man von der Voraussetzung aus, daß für den Nachrichten- und Warndienst des Luftschutzes aus wirtschaftlichen Gründen soweit wie möglich bereits vorhandene Leitungen und Anlagenteile benutzt werden sollen, so denkt man wohl zunächst an die ausgedehnten

und weitverzweigten Fernsprechnetze. Diese findet man gegenwärtig in allen Betrieben, die tagsüber die Arbeitsstätte vieler Menschen und deshalb bei Luftangriffen besonders gefährdet sind. Darüber hinaus haben industrielle Werke, Werft- und Hafenanlagen, Bürogebäude, Warenhäuser, Banken, Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwerke vielfach auch noch Feuermeldeanlagen und zahlreiche sonst zu anderen Zwecken benutzte Signaleinrichtungen, die für den Fliegeralarm wie geschaffen sind. Es wäre lediglich nötig, diese Anlagen so zusammenzuschalten, daß der für den Luftschutz verantwortliche Leiter von einer Zentrale aus seine Befehle über die Anlage geben kann. Bedingung dabei ist natürlich, daß die Benutzung der Anlagen zu ihren eigentlichen Zwecken durch ihre Anpassung an die Forderungen des Luftschutzes keineswegs beeinträchtigt wird.



Abb. 1. Befehlsstelle einer Warn- und Nachrichtenanlage für den Luftschutz.

Abb. 1 zeigt die Kommandozentrale einer für ein ausgedehntes industrielles Unternehmen erstellten Luftschutz-Warn- und -Signalanlage, bei der vorhandene Einrichtungen, nämlich hauptsächlich die ausgedehnte Fernsprech- und Feuermeldeanlage des Werkes, benutzt sind. Der Betrieb, um den es sich hier handelt, bedeckt ein sehr ausgedehntes Gelände mit einer Reihe von Gebäuden, in deren ungefährem Mittelpunkt ein Verwaltungsgebäude mit der Befehlsstelle liegt. Der Betrieb verfügt über ein sehr ausgedehntes Fernsprechnetz sowie über eine Feuermeldeanlage. Das hier angewandte System beruht darauf, daß für die Verbreitung aller den Luftschutz angehenden Mitteilungen Wechselstrom von 25 Hz gebraucht wird, der die sonstige Benutzung der Anlage nicht beeinträchtigt. Die Befehlsstelle ist nur ein Teil der Verständigungsmittel, über die der oberste Luftschutzleiter verfügen kann, daneben stehen nämlich noch Fernsprechvermittlungsschränke, Fernschreibmaschinen sowie eine Lautsprecheranlage mit entsprechend geschulter Besetzung bereit. Mit der dargestellten Zentrale, die in einem weitgehend gesicherten Luftschutzkeller aufgestellt ist, vermag der Luftschutzleiter auf Grund der ihm übermittelten Beobachtungen seiner Außenposten bzw. der behördlichen Anordnungen zunächst die nötigen Mittteilungen an einen bestimmten Kreis von Fernsprechteilnehmern (Abschnittsleiter, Unterführer usw.) zu geben. Ferner kann er vier verschiedene, für die Luftschutzwarte bestimmte Signale verbreiten, die z. B. die Bedeutung „Luftgefahr", „Luftgefahr vorbei", „Alarm" und „Alarm zu Ende" haben. Bei der Durchbildung der Kommandozentrale wurde vor allem darauf gesehen, daß ihre Bedienung denkbar einfach ist und daß sich also jeder ohne weiteres darin auskennt und die Signale mit einfachsten Handgriffen richtig zu geben vermag.

Für die Übermittlung der Nachrichten an den zuständigen Kreis der Fernsprechteilnehmer ist das System der sog. Code-Zahlen benutzt. Es besteht darin, daß jede Nachricht durch eine rhythmische Folge von Trillern der Fernsprechwecker ausgedrückt wird. Beschränkt man sich auf die Verwendung von jeweils 3 Zeichengruppen, was also der Benutzung von ausschließlich dreistelligen Zahlen entspräche, so kann man theoretisch annähernd 900 verschiedene Mitteilungen durchgeben. Selbstverständlich wird man sich auf eine wesentlich kleinere Zahl beschränken, damit die Bedeutung der Signale rein gedächtnismäßig leicht zu merken ist. Die erste Zahl kennzeichnet den Kreis der Empfänger, so daß für diese das Erfassen der weiteren Mitteilungen einfacher wird. So könnte man z. B. vereinbaren, daß bei 2 alle Luftschutzleiter aufzumerken haben, bei 3 alle im Luftschutzdienst ausgebildeten, bei 4 alle Mitglieder der Feuerwehr, bei 5 alle Sanitätsmannschaften usw. Die nächste Zahlenfolge könnte auch die Zeit in Minuten angeben, in der der Luftangriff zu erwarten ist. Man sieht also, daß alle überhaupt denkbaren Mitteilungen mit diesen Code-Zahlen auszudrücken sind. Ausgelöst werden die Code-Zahlensignale mit einer einfachen Wählscheibe. An den kleinen Leuchtzahlenleisten unter dem Wecker kann man erkennen, welche Zahl gewählt wurde. Da zunächst nur die Zahlen eingestellt und darauf erst nach dem Umlegen des Schalters neben der Wählscheibe die Signale ausgelöst werden, kann man etwaige Irrtümer durch den daneben liegenden Rückstellschalter noch rechtzeitig berichtigen. Jeder Zeichenübermittlung geht als Vorsignal ein langes Weckerzeichen voraus, das sich, wenn an dem Apparat gerade gesprochen wird, durch ein entsprechendes Geräusch im Hörer bemerkbar macht. Als besonders zweckmäßig ist hervorzuheben, daß das Zeichen ohne erneutes Einstellen mit der Nummernscheibe bis zu 10mal wiederholt werden kann. Dazu ist es lediglich nötig, den Drehknopf rechts neben der Wählscheibe auf die gewünschte Zahl der Wiederholungen einzustellen.

Die sich „an Alle" wendenden Zeichen werden in bestimmten, leicht zu unterscheidenden Rhythmen durch vorhandene akustische Signalgeräte gegeben, wie es z. B. die zur Ankündigung von Pausen dienenden Glocken und Hupen, Personensuchanlagen und Alarmvorrichtungen sind. Alle diese Signalgeräte werden durch Relais eingeschaltet, die in vorhandene Leitungen (z. B. die von Feuermeldeanlagen) eingeschleift und auf die Frequenz von 25 Hz abgestimmt sind. Zum Einschalten aller dieser Signalgeräte sind in der Kommandozentrale vier entsprechend beschriftete Druckknöpfe vorhanden. Auch bei diesen Signalen wird jedesmal ein Vorsignal gegeben.

Abb. 2. Übersicht einer Warn- und Nachrichtenanlage für den Luftschutz eines ausgedehnten Betriebes.

Abb. 2 zeigt das für die Luftschutzwarnanlage zur Verfügung stehende Leitungsnetz. Man erkennt insbesondere, daß die Befehlsstelle mit dem eigenen Fernsprechamt und der Feuermeldeanlage in der Feuerwache durch mehrere auf verschiedenen Wegen geführte Leitungen verbunden ist. Von beiden Stellen aus besorgen dann die vorhandenen Leitungen die Verbindung mit den z. T. weit verstreuten einzelnen Werken, Lägern, Laboratorien usw.

Neben dieser Warn- und Nachrichtenstelle ist in diesem Betriebe noch der Fernsprecher in den Dienst des Luftschutzes gestellt. Es war bereits erwähnt, daß der Betrieb über eine ausgedehnte eigene Selbstanschluß-Fernsprechanlage verfügt. Einige der zu dieser führenden Leitungen können mit einem Umschalter auf eine handbediente Zentrale gelegt werden, die sich im gleichen Raum wie die beschriebene Kommandozentrale befindet.

Diesen Vermittlungsschrank, der also einen Teil der Selbstanschlußzentrale ersetzt, bezeichnet man als Ausweichzentrale. In dem behandelten Falle ist die Anordnung so getroffen, daß der oberste Luftschutzleiter eine handbediente Fernsprechzentrale zur Verfügung hat, auf die eine Reihe von Leitungen zu den einzelnen Fabrikgebäuden geschaltet werden kann. Er kann also auf jeden Fall, auch wenn die Selbstanschlußzentrale nicht mehr arbeitet, mit seinen Abschnittsleitern in den einzelnen Fabriken in Verbindung treten. Abb. 3 zeigt diese Ausweichzentrale, ferner läßt das Bild mehrere Fernsprechanschlüsse erkennen, die die Befehle des obersten Luftschutzleiters entgegennehmen und sie an die angegebenen Stellen verbreiten. Weiterhin ist noch ein Rundsprechschrank vorhanden, der die Gesprächsvermittlung mit jeweils einer bestimmten Gruppe von Teilnehmern besorgt. Die einzelnen Abschnittsleiter haben, soweit sie größere Fabriken zu betreuen' haben, ebenfalls Fernsprechschränke zur Verfügung, über die sie ihre eigenen Unterführer usw. erreichen können. Durchweg sind für alle Zwecke des Luftschutzes die gleichen Geräte verwendet, die auch für Gespräche über die Hauszentrale benutzt werden. Das ist deshalb gemacht, damit die Stationen ständig auf ihre Betriebsbereitschaft überwacht werden. Jeder Apparat erhält einen Umschalter, mit dem man ihn auf die Vermittlungsstelle des zuständigen Abschnittsleiters legen kann.

Als weiteres Hilfsmittel für die Luftschutzwarnung steht dem obersten Luftschutzleiter noch die in dem Werk vorhandene Lautsprecheranlage zur Verfügung, die sonst z. B. zu Mitteilungen an die Gefolgschaft und zu gemeinschaftlichem Rundfunkempfang benutzt wird. Zu diesem Zweck ist neben der Befehlsstelle ein Mikrophon aufgestellt, das die Mitteilungen aufnimmt. *Jkl.*

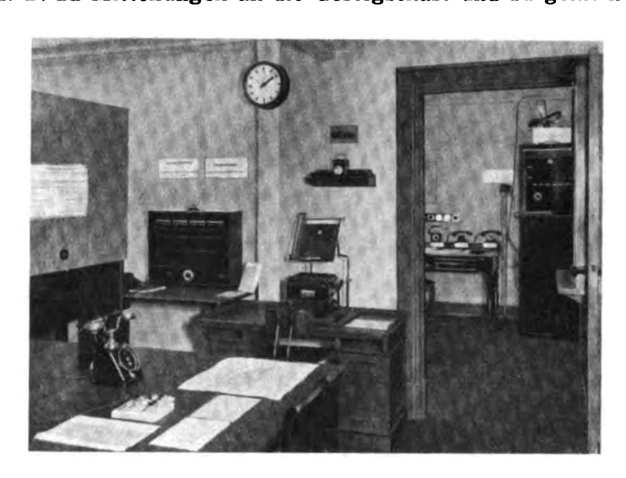


Abb. 3. Ausweichzentrale und Fernsprechapparate in der Befehlsstelle für den Luftschutz.

Die Elektrisierung der Paris-Orléans-Bahn.

621. 331 (44)

Übersicht. An Hand der vorliegenden Verhältnisse wird dargetan, warum als Grundlage der Elektrisierung zunächst ein 220 kV-Überlandnetz vom Massiv Central nach Paris und zusätzlich ein 90 kV-Speisenetz für die Bahn erbaut wurde. Anschließend daran werden die technischen Anlagen beschrieben.

A. Allgemeine Übersicht.

1. Vorgeschichte und Pläne.

Die Paris-Orléans-Bahn ist die erste französische Bahn, welche die Elektrizität zur Zugförderung heranzog. Bereits im Jahre 1900 stellte sie elektrische Lokomotiven in den Zugdienst ein, um der Verqualmung eines 5 km langen Tunnels längs der Seine vorzubeugen. Im Jahre 1904 wurde dieser elektrische Betrieb ausgedehnt. Der Betrieb erfolgte mit 600 V Gleichstrom und dritter Schiene. Zur Verfügung standen damals 18 Lokomotiven von etwa 1000 bis 2000 PS und 7 Triebwagen von etwa 700 PS Leistung. Die Förderleistung betrug damals ungefähr 10 Mill t je km und Jahr, wobei die Lokomotiven im Jahr auf eine Laufleistung von 45 000 km und die Triebwagen auf eine solche von 75 000 km kamen.

Ab 1916 oder 1917, als die französische Regierung begann, nach Mitteln zur Herabsetzung der Einfuhr ausländischer Kohle zu suchen, wurden die Elektrisierungspläne wieder aufgenommen, und zwar mit dem Versuch, die rund 400 bis 500 km von Paris entfernt liegenden Wasserkräfte des Massif Central, der Creuse, des Chavanon und der oberen Dordogne zur Stromlieferung heranzuziehen. Es entstand ein Plan, der im wesentlichen die Elektrisierung der im Bereich der obengenannten Wasserkräfte liegenden Nebenstrecken der P-O-Bahn vorsah.

Da aber gerade diese Nebenstrecken infolge ihres geringen Verkehrs und geringen Kohlenverbrauches am wenigsten, die dicht besetzte Hauptstrecke Paris—Brive und die in der Nähe von Paris, also im Bereich der Dampfkraftwerke liegenden verkehrsreichen Nebenstrecken am meisten zur Elektrisierung anregten, konnte dieser Plan nicht befriedigen.

Man kam schließlich zu dem im folgenden beschriebenen Elektrisierungsplan.

2. Der Ausführung zugrunde gelegter Plan.

Für die Elektrisierung standen folgende Energiequellen zur Verfügung (Abb. 1).

a) Die Pariser Wärmekraftwerke Genevilliers und Vitry, deren Energie in dem Unterwerk Chevilly zur Bahnspeisung zur Verfügung steht.

b) Das der Société l'Union Hydroélectrique gehörende Kraftwerk Eguzon, welches auf dem Massif Central liegt und die Wasserkräfte auf der Creuse ausnutzt. An diesem Kraftwerk ist die Orléansbahn beteiligt.

c) Die Wasserkraftquellen der oberen Dordogne im Massif Central, deren Konzession die Orléansbahn sich gesichert hatte, insbesondere der Rhue (Kraftwerk Coindre), des Chavanon (Kraftwerk La Cellette) und der Dordogne (Kraftwerk Vernéjoux).

Das Ziel der geplanten Elektrisierung ist aus Gründen der Kohlenersparnis die möglichst völlige Versorgung der Bahn mit Wasserkraftstrom, nicht aber mit Strom von den Pariser Wärmekraftwerken aus. Da nun aber die Strecken der größten Verkehrsdichte, also des größten Strombedarfs, am weitesten von den Wasserkräften entfernt liegen, und zwar eben im Bereich der Wärmekraftwerke, mußte eine Hochleistungsspeiseleitung von den Wasserwerken bis zu den Wärmekraftwerken hin vorgesehen werden, die über den für die Bahn benötigten Strom hinaus noch große Energiemengen für Verwendung in der Pariser Industrie zur Verfügung stellt.

Man beschloß daher folgendes: Die obengenannten Wasserkraftwerke werden ausgebaut. Der in den Kraftwerken Coindre, La Cellette und Vernéjoux erzeugte Strom wird in Form von 90 kV-Drehstrom mittels Freileitungen in einer bei Vernéjoux gelegenen Sammelstation Marèges gesammelt. Von hier wird eine Drehstrom-Freileitung für 220 kV zwischen den Phasen in möglichst gerader Luftlinie über das Kraftwerk Eguzon, wo dessen Energie aufgenommen werden kann, bis Chevilly bei Paris geführt. Chevilly wiederum steht durch je zwei Gruppen von je drei Einphasenkabeln für 60 kV mit den beiden Wärmekraftwerken Genevilliers und Vitry in Verbindung. Die 220 kV-Freileitung wird so gebaut, daß sie später verdoppelt werden kann. Die Betriebsspannung wird vorläufig nur auf 150 kV festgesetzt[1]).

Diese den ersten Teil des Gesamtentwurfs bildenden Anlagen gestatten also, Paris mit billigem Wasserkraftstrom, wenigstens zu einem großen Teil, zu versorgen und den Kohleverbrauch der Wärmekraftwerke herabzusetzen. Anderseits kann bei Wassermangel Strom für die Bahn von den Wärmekraftwerken bezogen werden.

Der zweite Teil des Planes umfaßt nun die eigentliche Bahnelektrisierung. Als Stromsystem ist, wie bei den bereits in Betrieb befindlichen Probestrecken, Gleichstrom von 1500 V gewählt worden. Die Speisung erfolgt mittels



[1]) Ist aber inzwischen bereits auf 220 kV erhöht.

einer doppelt ausgeführten Drehstrom-Freileitung mit 90 kV (Abb. 1), die dicht an der Bahnlinie entlang führt. Hier, ferner in Chevilly, Eguzon und Vernéjoux wird diese Leitung über Transformatoren von der 220 kV-Leitung aus gespeist. Ein weiterer Speisepunkt ist noch unweit Orléans bei Chaingy in Form eines Umspannwerks vorgesehen, an welches sowohl die 220 kV- als auch die 90 kV-

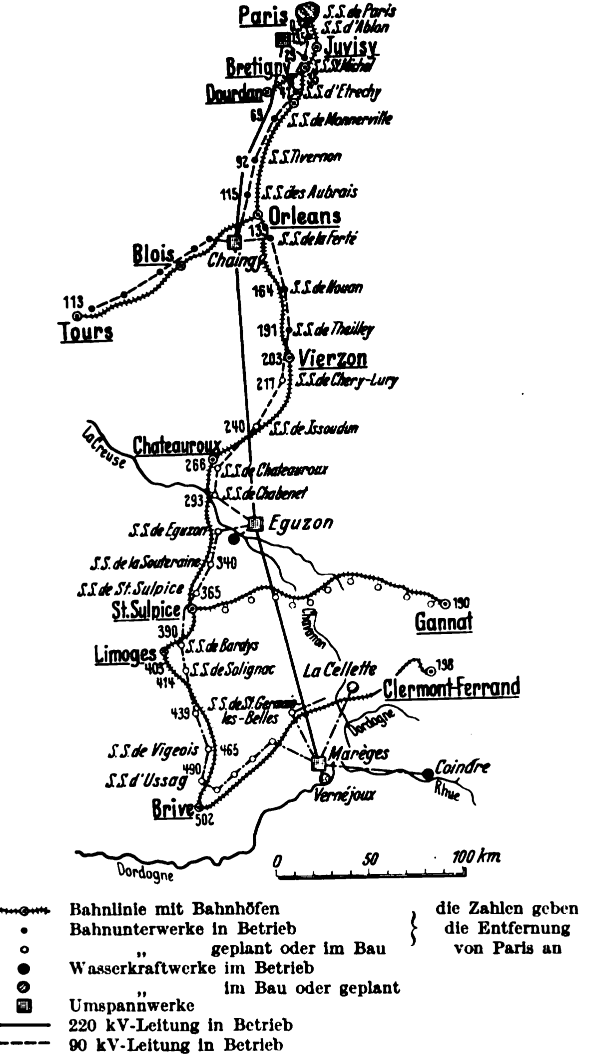


Abb. 1. Lageplan der Bahnlinie, der speisenden Kraftwerke und der Leitungen.

Leitung herangeführt werden. Die auszurüstenden Nebenlinien erhalten ebenfalls eine 90 kV-Speiseleitung. In Abständen von ungefähr 25 km werden an dieser 90 kV-Leitung Bahnunterwerke errichtet, in denen die zugeführte Drehstromenergie durch Umformer (in den neueren Werken Stromrichter) in Gleichstrom von 1500 V umgewandelt wird, der dann unmittelbar die als Kettenoberleitung ausgeführte Fahrleitung speist.

3. Übersicht über die zur Verfügung stehenden Wasserkraftenergien.

a) Eguzon. Ausgebaute Leistung 50 000 kW. Für weitere 12 500 kW ist Platz vorhanden.
b) Coindre. Das Werk ist mit 25 000 kW ausgebaut.
c) La Cellette. Ausbauleistung etwa 25 000 kW.
d) Vernéjoux. Ungefähre Ausbauleistung 60 000 kW.
e) An Vernéjoux bzw. Marèges sollen weiterhin noch angeschlossen werden die Wasserwerke von La Diège, La Mativie und Brommat.

4. Bauplan.

Erster Bauabschnitt. Ausbau der Strecke Paris (Juveny) über Orléans bis Vierzon mit Oberleitung[2]), Erstellung der 90 kV-Speiseleitung Paris (Chevilly) bis Eguzon einschließlich des Baues der zur Speisung der obengenannten Strecke notwendigen 11 Umformerwerke. Beschaffung der für den Betrieb notwendigen 105 Lokomotiven und 80 Triebwagen.

Zweiter Bauabschnitt. Ausbau der Strecke Orléans-Tours[3]), der zugehörigen 90 kV-Speiseleitung und der fünf auf dieser Strecke liegenden Umformerwerke. Während dieser beiden Abschnitte wurden außerdem das Kraftwerk Coindre und die 220 kV-Leitung Marège (Vernéjoux)—Paris (Chevilly) mit den Umspannwerken in Marège, Eguzon, Chaingy und Chevilly erstellt und am 1. 10. 1932 in Betrieb genommen. Es folgte dann der Anschluß der Kraftwerke La Mativie, Diège und Brommat mittels 90 kV-Leitung an Marège.

Dritter Bauabschnitt. Ausbau der Strecke Vierzon—Brive mit Bau der 90 kV-Leitung von Eguzon bis Marège und der zur Strecke Vierzon—Brive gehörenden 12 Umformerwerke. Diese Arbeiten hofft man bis Ende 1935 beendet zu haben, zu welcher Zeit auch der Bau der Kraftwerke La Cellette und Vernéjoux und ihr Anschluß an Marège erfolgt sein soll.

Weitere Elektrisierungspläne. Im Anschluß an die obengenannten Arbeiten plant man den Ausbau der Strecken Tours—Bordeaux, ferner der Strecke Brive—Montauban und Tours—Nantes mit einer entsprechenden Erweiterung des 220 kV-Netzes. Schließlich sollen dann die Strecken St. Sulpice—Gannat und Brive—Clermont für elektrischen Betrieb umgewandelt werden.

B. Technische Ausführung.

1. Krafterzeugung.

Kraftwerk Eguzon. Das an der Creuse gelegene Kraftwerk Eguzon nutzt die gesamte Wassermenge eines Landgebietes von etwa 2400 km^2 Ausdehnung aus. Die Creuse kann hier durchschnittlich 35 m^3 Wasser von einer Druckhöhe von 56 m liefern. Durch Aufführung einer Staumauer von 61 m Höhe ist ein Stausee von etwa 2 km^2 Ausdehnung geschaffen, der 50 Mill m^3 Wasser enthält, von denen 30 Mill m^3 entsprechend 2,14 Mill kWh ausgenutzt werden können. Dauernd kann diese Anlage 13 600 kW oder $120 \cdot 16^6$ kW im Jahr liefern.

Der Maschinenraum enthält fünf stehende Turbinen von je 15 000 PS bei 250 U/min, einer Wasserhöhe von 55 m und einem Durchfluß von 25 m^3/s, ferner Platz für die Aufstellung eines sechsten Maschinensatzes. Jede Turbine wird durch zwei Druckregler und einen Drehzahlregler überwacht. Die jeweils auf die gleiche Welle aufgebauten, in den darüberliegenden Maschinenraum hineinragenden Stromerzeuger, 24polig, liefern dauernd eine Drehstromleistung von je 12 500 kVA bei $\cos\varphi = 0{,}85$, mit einer Spannung von 10 500 V. Die zugehörigen Erregermaschinen von je 125 kW bei 250 V sind darüber auf die gleichen Wellen aufgesetzt. Die Stromerzeuger sind für eine Reaktanzspannung von 18 % ausgelegt, so daß der Kurzschlußstrom das 5,5fache des Normalstromes beträgt. Der Dauerkurzschlußstrom der vorher leer laufenden Maschine beträgt das 1,2fache und bei voller Erregung das 2,2fache des Normalstromes. Zur Speisung der Hilfsströme sind ein Drehstromnetz von 220 V und ein Gleichstromnetz von 220 V vorgesehen. Ersteres wird von zwei dreiphasigen Öltransformatoren, die an das 10 500 V-Netz angeschlossen sind, gespeist. Das Gleichstromnetz erhält seine Leistung vom 220 V-Wechselstromnetz über eine Umformergruppe, bestehend aus einem Asynchronmotor und einer Gleichstrommaschine von 150 kW bei 250 V. An dieses ist eine Sammlerbatterie von 290 Ah bei zehnstündiger Entladung angeschlossen. Ferner sind zur Speisung der Hilfsstromnetze zwei Turbinen vorgesehen, von denen jede, ebenfalls in senkrechter Anordnung, eine Wechselstrommaschine von 650 kVA bei $\cos\varphi = 0{,}75$ und 220 V und eine Gleichstrommaschine von 150 kVA bei 250 V mit 500 U/min antreibt.

Kraftwerk Coindre. Dieses Kraftwerk nutzt die Wasserkraft der großen und der kleinen Rhue aus, d. h. eines Landgebietes von ungefähr 540 km^2 Ausdehnung, das durchschnittlich 14,5 m^3/s Wasser von einer Druckhöhe von 120 m liefert. Das entspricht einer Dauerleistung von 11 900 kW bzw. einer jährlichen Lieferung von 98,7 Mill kWh. Das Kraftwerk liegt an der großen Rhue, etwa 300 m oberhalb des Zusammenflusses beider Flüsse.

Im Maschinenraum sind mit 8,5 m Mittenentfernung drei senkrechte Turbinen aufgestellt. Jede liefert 11 000 PS

[2]) Die Inbetriebsetzung dieser Strecke erfolgte am 21. 11. 1926.

[3]) Die Strecke wurde am 19. 7. 1933 in Betrieb genommen.



bei 120 m Druckhöhe und 428 U/min und wird durch je einen Druckregler und einen Drehzahlregler überwacht. Die darüber aufgebauten Stromerzeuger können jeder 9500 kVA Drehstrom von 5500 V, 50 Hz bei $\cos\varphi = 0,85$ liefern. Die ebenfalls auf der gleichen Welle aufgebauten Erregermaschinen liefern je 70 kW Gleichstrom von 230 V. Die Regelung erfolgt selbsttätig. Die Hauptmaschinen sind für eine Reaktanzspannung von 18 % entsprechend dem 5,5fachen Kurzschlußstrom ausgeführt. Der Dauerkurzschlußstrom beträgt nach vorhergegangenem Leerlauf das 1,75fache, nach vorhergegangener voller Belastung das 2,8fache des Normalstromes. Die Spannungsschwankungen zwischen Leerlauf und voller Belastung betragen bei $\cos\varphi = 1$ 20 %, bei $\cos\varphi = 0,85$ 30 %. Das Hilfsstromnetz von 220 V Wechselstrom wird von den 5500 V-Sammelschienen über zwei Drehstromtransformatoren von je 170 kVA mit einem $\cos\varphi = 0,8$ gespeist. Außerdem ist eine Hilfsturbine von 350 PS bei 750 U/min mit einer Drehstrommaschine vorhanden, die 300 kVA bei 220 V und $\cos\varphi = 0,8$ liefert.

Von diesem 220 V-Wechselstromnetz aus kann auch über zwei Hilfsumformer der Gleichstrom für die Erregung der Hauptmaschinen geliefert werden. In etwa 100 m Entfernung von dem Kraftwerk ist ein Freiluft-Umspannwerk errichtet, das die erzeugte Spannung von 5,5 auf 90 kV erhöht. Drei Gruppen von Transformatoren, bestehend aus je drei Einphasentransformatoren von 3100 kVA Einzelleistung, besorgen die Spannungserhöhung. Es sind dies Öltransformatoren mit Selbstkühlung, die Unterspannungsseite ist in Dreieck, die Oberspannungsseite in Stern geschaltet. Der Leerlaufverlust jedes Transformators beträgt 8 % bei $\cos\varphi = 0,8$. Die auf der 90 kV-Seite vorgesehenen Ölschalter zur Abschaltung der Leistung besitzen zehn Unterbrechungsstellen je Phase und sollen bei 90 kV 8 Mill kVA abschalten. Es sind drei Abgangsstellen für 90 kV-Leitungen vorgesehen. Die Zuführung der 5500 V vom Maschinenhaus zum Umspannwerk erfolgt unterirdisch in einem begehbaren Kanal durch blanke Kupferleitungen.

2. Fern- und Speiseleitungsnetz.

Wie bereits eingangs bemerkt, sind zwei Hochspannungsnetze vorhanden. Das eine für 220 kV gebaute Netz dient zur Fernleitung und Verteilung der Energie und verbindet die Umspannwerke von Chevilly, Chaingy, Eguzon und Marège. Das zweite, ein doppelt ausgeführtes 90 kV-Netz, läuft der Bahnlinie entlang und dient zur Speisung der Bahnunterwerke, wobei es selbstverständlich auch alle obengenannten Umspannwerke berührt, von denen es ja seine Energie erhält. Beide Netze sind nach gleichen Gesichtspunkten gebaut.

Bei beiden Netzen sind durchweg eiserne Gittermasten verwendet. Die 90 kV-Leitung ist an drei in verschiedener Höhe wechselseitig angebrachten Auslegern mit Isolatorenketten aufgehängt. Bei der 220 kV-Leitung hängen zwei Phasen an den Enden eines Querträgers, während die dritte Phase in einem über diesem Querträger angebrachten, aus Gitterträgern hergestellten Viereck hängt. Die Entfernung der drei Phasen voneinander beträgt bei der 90 kV-Leitung 4,5 m, ihre niedrigste Höhe über dem Erdboden 9 m. Bei der 220 kV-Leitung ist die Entfernung der Phasen voneinander 7,8 m, die Höhe mindestens 11 m. Die durchschnittliche Spannweite ist 200 m bei der 90 kV- und 250 m bei der 220 kV-Leitung. Die Leitungen sind mittels Isolatorenketten aufgehängt, die bei der 90 kV-Leitung aus sechs Hewlett-Isolatoren mit einer Länge von 0,9 m, bei der 220 kV-Leitung aus 13 gleichen Isolatoren, 2,25 m lang, zusammengesetzt sind. Die Isolatoren haben einen Durchmesser von 267 mm. Die Überschlagsspannung des einzelnen Isolators im trockenen Zustand beträgt 90 kV, unter Regen 70 kV, die mechanische Festigkeit etwa 4000 kg.

Bei beiden Fernleitungen ist als Leiter ein Aluminiumseil von 30 Adern mit einem Gesamtquerschnitt von 238 mm² verwendet, in welches ein verkupfertes Stahlseil mit 17 Adern und einem Querschnitt von 55 mm² eingebettet ist. Das ganze Leitungssystem ist hinsichtlich Festigkeit bei + 15 ° Temperatur für einen Winddruck von 72 kg/m² und bei — 20 ° für einen solchen von 18 kg/m² berechnet. Über das ganze Leitungsnetz hinweg sind bei der 90 kV-Leitung ein Erdseil, bei der 220 kV-Leitung zwei Erdseile aus 19 verkupferten Adern und mit einem Querschnitt von 60 mm² gezogen.

3. Umspannwerke.

Die elektrische Energie der verschiedenen Kraftwerke wird in drei großen Umspannwerken, Chevilly, Eguzon und Marèges, gesammelt und sowohl der allgemeinen 220 kV-Fernleitung als auch der 90 kV-Bahnspeiseleitung zugeführt. Ein viertes Umspannwerk, Chaingy, das etwa in der Mitte des sonst zu großen Streckenabschnittes Chevilly—Eguzon liegt, dient nur zur Speisung der 90 kV-Leitung aus der 220 kV-Leitung und zur Spannungs- und Phasenregelung des 90 kV-Netzes (vgl. hierzu Abb. 1).

Alle Umspannwerke sind im wesentlichen unter Zugrundelegung gleicher Gesichtspunkte und möglichst der gleichen Baustoffe erbaut. Alle sind Freiluftwerke und bestehen aus einem doppelten 220 kV- und einem doppelten 90 kV-Sammelschienensystem, welchem der erzeugte Strom mit 220 kV oder mit 90 kV, in Chevilly von seiten der Dampfkraftwerke in Paris mit 60 und 11 kV zugeführt wird und an welche die 220 kV- und 90 kV-Leitungen über Trennschalter und Ölschalter einzeln angeschlossen werden, ferner den notwendigen Transformatoren, einem Kommandohaus und einer Ölreinigungsanlage. Alle sind mit Einrichtungen für den Hochfrequenz-Fernspruch sowohl über die 220 kV- als auch über die 90 kV-Leitung versehen.

Als Sammelschiene sind bei dem 220 kV-System verkupferte Stahlrohre von 100 mm Dmr. verwendet, die im Abstand von 4,4 m und in 5 m Höhe über dem Erdboden auf sechsscherbigen Stützisolatoren aufgebaut sind. Gleiche Rohre dienen als Ableitungen, die mit den Hauptrohren fest verschraubt, am anderen Ende aber in mittels Kupferlitze überbrückten Schellen verschiebbar gelagert sind, um Biegungsbeanspruchungen der Porzellanstützen zu vermeiden. Als Sammelschienen des 90 kV-Systems dienen Kupferkabel von 400 mm², die in 1,8 m Entfernung voneinander an Hewlett-Isolatorenketten gleicher Bauart wie die der 90 kV-Speiseleitung mit einer Spannweite von 10 m aufgehängt sind.

Zur Spannungswandlung 220 auf 90 kV dienen durchweg je drei Einphasentransformatoren, die sowohl auf der 220- als auch 90 kV-Seite in Stern geschaltet sind. Ein vierter dient zum Ersatz bei vorkommenden Schäden. Außer den genannten Wicklungen haben die Transformatoren meist noch eine weitere Wicklung kleinerer Leistung, die zur Speisung der Hilfsstromkreise, Umformer für Batterieladung u. dgl. dient, in Dreieck geschaltet ist und daher zugleich zur Aufnahme der dritten Harmonischen dient. Die Transformatoren haben entweder durch Wasser oder durch Lüfter gekühlten Ölumlauf, die Ein- und Ausschaltung der Kühlvorrichtungen erfolgt selbsttätig unter dem Einfluß von mit entsprechenden Kontakten versehenen Thermometern. Die Leistung ist je nach dem Bedarf in den verschiedenen Werken verschieden, sie beträgt je Gruppe in Marèges 60 000 kVA, in Eguzon 30 000 kVA, in Chaingy 40 000 kVA. In Chevilly sind zwei Gruppen aufgestellt, von denen jede auf der 220 kV-Seite 60 000 kVA, auf der 60 kV-Seite 75 000 kVA und auf der 11 kV-Seite 45 000 kV zu leisten vermag. Im allgemeinen können die Transformatoren bei 60 ° Temperaturerhöhung 15 min lang um 40 %, 1 h um 20 % und 2 h um 15 % überlastet werden und bei ausbleibender Kühlung 100 % ihrer Nennleistung 15 min, 70 % 1 h und 55 % 2 h hindurch hergeben.

Die zur Abschaltung der Leistung dienenden Ölschalter sind ebenfalls durchweg einphasig ausgeführt. Die 220 kV-Schalter vertragen einen Dauerstrom von etwa 600 A, der größte zulässige Kurzschlußstrom beträgt 40 000 A und die größte zulässige Abschaltleistung $2,5 \times 10^6$ kVA; der Dauerstrom der 90 kVA-Schalter ist 500 A, der Kurzschlußstrom 21 000 A und die größte Abschaltleistung $2 \cdot 10^6$ kVA. Das Gewicht einer einzigen Schaltergruppe für 90 kV, bestehend aus drei Einzelschaltern und deren Antrieb, beträgt betriebsfertig 24,3 t, das einer 220 kV-Gruppe 95 t. Alle Apparate mit Ausnahme der Blitzableiter werden vom Kommandohause aus ferngesteuert.

4. Bahn-Umformerwerke.

Die an der Bahnlinie entlang geführte 90 kV-Leitung speist sämtliche Bahnumformerwerke, die den Wechselstrom in den auf der Bahn verwendeten Gleichstrom von 1500 V umwandeln. Die Unterwerke liegen durchschnittlich in einer Entfernung von 25 bis 30 km. Auf der Strecke Paris—Vierzon liegen 11, auf der Strecke Orléans—Tours fünf Unterwerke. Für die Strecke Vierzon—Brive werden weitere 12 Unterwerke benötigt. Die

bisher erbauten und in Betrieb befindlichen Umformerwerke sind durchweg einheitlich ausgeführt, und es ist auch bisher beabsichtigt gewesen, diese Einheitlichkeit für alle weiteren Unterwerke beizubehalten. Sie bestehen aus dem im Freien aufgebauten 90 kV-Teil mit Transformatoren und allen notwendigen Leistungs- und Trennschaltern und den im Maschinenhaus aufgestellten Einanker-Umformern nebst Zubehör, welche die Bahnstrom-Sammelschienen mit 1500 V Gleichstrom speisen. Die aufgestellten Maschinen sind Einanker-Umformer von je 750 V und 500 kW, die zu zweien hintereinandergeschaltet also eine 1000 kW-Gruppe bilden. Solcher Gruppen sind in den in der Nähe von Paris liegenden Unterwerken drei, in den weiter entfernt liegenden zwei aufgestellt, und die Aufstellung einer weiteren Gruppe ist bei Bedarf vorgesehen. Jede Gruppe hat zum Schutz auf der positiven, d. h. der 1500 V-Seite einen Rückstrom-, auf der Erdseite einen auf Höchststrom ansprechenden Schnellschalter. Während 2 h kann jede Gruppe eine Leistung von 2000 kW und 5 min lang eine solche von 3000 kW abgeben. Zu jeder solchen Gruppe gehört ein unter den 90 kV-Schienen aufgestellter Transformator 90 000/555 V. Die Niederspannungsseite dieser besteht jeweils aus zwei getrennten sechsphasigen Wicklungen, die zur Speisung der beiden zusammengehörigen Umformer dienen. Zum Anfahren der Umformer sind die Transformatoren mit einer weiteren Wicklung halber Spannung ausgerüstet. Alle Unterwerke haben Handbetrieb bis auf das etwa 100 km von Paris entfernt liegende Unterwerk Tivernon, das bereits 1925/26 erbaut und 1929 ohne Betriebsunterbrechung versuchsweise für selbsttätigen Betrieb umgebaut wurde. Auf Grund der hier gemachten guten Erfahrungen sollen die neuen Unterwerke von vornherein für diese Betriebsart eingerichtet werden.

5. Fahrleitung.

Während die bereits 1900 bzw. 1904 elektrisierte, 35 km lange Strecke von Paris bis Brétigny mit dritter Schiene und 600 V ausgerüstet wurde und dieser Betrieb auch noch besteht, erfolgt die Stromzuführung auf der ganzen Strecke der 1500 V wegen durch Oberleitung mit Vielfachaufhängung. Der hohen Stromstärke wegen — gegebenenfalls sind der zu speisenden Lokomotive mehr als 2000 A zuzuführen — sind über jedem Gleis zwei Fahrdrähte, Profilkupfer 2 × 107 mm², an einem gemeinsamen Tragdraht, Rundkupfer 104 mm², mit Schlaufen in 4,5 mm Abstand, aber um die halbe Teilung versetzt aufgehängt. Der Tragdraht selbst hängt wiederum in Abständen von 4,5 m an einem Bronzetragseil von 116 mm². In Abständen von 1,2 km sind für die Fahrdrähte selbsttätige Abspannvorrichtungen eingebaut, die Fahrdrahthöhe über SO. beträgt auf freier Strecke 6 m. Die größte Mastentfernung ist 63 m. Das Tragseil hängt mittels je zweier Hewlett-Isolatoren von 220 mm Dmr. an Querträgern oder Auslegern. Die Fahrdrahtanlagen der verschiedenen Gleise sind also voneinander isoliert, und es sind bei allen Unterwerken und jeweils zwischen zwei Unterwerken Streckentrenner eingebaut, so daß etwa schadhaft gewordene Strecken leicht abgeschaltet werden können. Für den gewöhnlichen Betrieb werden an diesen Stellen und alle 4 km die Fahrdrahtanlagen der verschiedenen Gleise durch besondere Schalter parallel geschaltet[4]). Die Streckentrenner sind jeweils hinter den die Strecke sichernden Blocksignalen eingebaut, so daß diese zugleich auch die Fahrleitungsabschnitte decken.

6. Triebwagen und Lokomotiven.

Zur Bewältigung des Personennahverkehrs zwischen Paris und Dourdan bzw. Etampes dienen Triebwagenzüge, die aus ein bis drei Einheiten von je einem Triebwagen und zwei Anhängern zusammengesetzt sind und mit durchschnittlich 50 km/h fahren. Jede Einheit faßt 470 Personen, hat ein Leergewicht von 139 t und eine Länge von 63 m. Die Stromzuführung erfolgt von der dritten Schiene aus. Die Stundenleistung jedes Triebwagens beträgt 4 · 247 PS. Die Steuerung geschieht selbsttätig, wobei Dauerfahrstellungen vorgesehen sind; die Schaltwalze wird durch zwei vom „Stromwächter" abhängige Druckluftkolben über Zahnrad und Zahnstange gedreht.

Die Güter- und Fernpersonenzüge werden von 200 B_0B_0-Lokomotiven im Gewicht von etwa 75 t, mit einer durchschnittlichen Leistung von 2000 PS und 50 bis 105 km/h je nach der eingebauten Übersetzung, befördert. Der Antrieb erfolgt durch vier Tatzlagermotoren. Diese Lokomotiven sind mit zwei Stromabnehmern mit doppelten Schleifstücken zur Stromabnahme von der Oberleitung und einem weiteren, der in Ausnahmefällen auch die Stromabnahme von der dritten Schiene gestattet, ausgerüstet. Geregelt wird bei einigen von Hand, bei den meisten genau wie bei den Triebwagen selbsttätig. Einige ältere Lokomotiven haben auch Einrichtungen zur Stromrückgewinnung, die aber bei den späteren Lokomotiven weggelassen ist, wahrscheinlich weil der Nutzen bei nur vier elektrisch gebremsten Achsen eines ganzen Zuges mit den Aufwendungen nicht in Einklang gebracht werden kann.

War die Wahl des Tatzlagerantriebs für die Güter- und Personenlokomotiven das Gegebene, so mußten für die Schaffung der schnellfahrenden Lokomotiven für die Beförderung der Durchgangszüge, bei denen man bis auf 150 km/h zu gehen beabsichtigt, recht umfangreiche Versuche gemacht werden. Es wurde eine ganze Reihe von verschiedenen Bauarten erprobt, und zwar: zwei Lokomotiven der Bauart 2 D 2 mit mittlerem Führerstand und mit vier hochgelagerten Motoren von je 1000 PS, von denen je zwei mit Kando-Rahmen auf die Achsen arbeiten. Die Motoren lassen eine Feldschwächung bis zu 25 % zu. Die Steuerung erfolgt entweder von Hand oder selbsttätig. Weiterhin wurde eine Lokomotive der Bauart 2 C_0C_0 2 erprobt, mit sechs Einzelmotoren, deren zweipolige Felder mit senkrechten, geradlinigen Polschuhen fest im Rahmen eingebaut sind, also dem Federspiel folgen, während die Anker mit entsprechend großem Luftspalt den Feldern gegenüber fest auf den Lokomotivachsen sitzen und sich innerhalb ihrer Felder senkrecht frei bewegen können.

Endlich wurden zwei Lokomotiven der Bauart 2 D_0 2 mit vier hochgelagerten Einzelmotoren erprobt, die ihre Leistung mittels Buchli-Antriebs auf die Räder übertragen. Die Stundenleistung beträgt 3600 PS, die Höchstgeschwindigkeit 150 km/h. Eine dieser Lokomotiven hat Stromrückgewinnung. Auf Grund langwieriger Versuche wurde schließlich die Bauart mit Buchli-Antrieb zur Regelbauart gewählt, und es wurden weitere 25 Lokomotiven dieser Bauart, jedoch ohne Stromrückgewinnung mit einer Leistung von 3700 PS und einer Geschwindigkeit von 150 km/h sowie vier weitere Lokomotiven gleicher Bauart aber mit einer Stundenleistung von 4100 PS zu Versuchszwecken beschafft. Die Steuerung erfolgt durch einen Nockenfahrschalter, der durch einen ½ PS-Motor angetrieben wird. Die Schaltung wird durch einen „Stromwächter" überwacht, der die Weiterschaltung bei zu hohem Motorstrom unmöglich macht. Das Dienstgewicht der Lokomotive beträgt 140 t.

C. Betriebsergebnisse.

Über das vor allem bei der Elektrisierung gesteckte Ziel, die Kohlenersparnis, geben folgende Zahlen einige Auskunft. Nach Inbetriebnahme des elektrischen Verkehrs auf der Strecke Paris—Vierzon wurden hierfür jährlich 115 Mill kWh aufgewendet, und die hierdurch ersparte Kohlenmenge betrug jährlich 260 000 t. Seit Eröffnung der Strecke Paris—Tours ist der Stromverbrauch auf jährlich 143 Mill kWh und die Kohlenersparnis auf jährlich 320 000 t gestiegen. Die Fahrgeschwindigkeit der Züge ist mit der Elektrisierung wesentlich erhöht worden. So konnte die alte Fahrzeit von 3 h für die Strecke Paris—Tours auf 2 h ermäßigt werden, wobei die Reisegeschwindigkeit 115 km/h und die höchste etwa 150 km/h beträgt. Die Instandhaltungskosten der Lokomotiven sollen außerordentlich niedrig sein, was bei der weitgehenden Vereinheitlichung ja auch zu erwarten ist.

Zusammenfassung.

Nach flüchtigem Streifen der Vorgeschichte und der ursprünglichen Pläne wird der endgültige Bauplan skizziert. Dann folgt die Beschreibung der Stromerzeugungsanlagen in Eguzon und Coindre, der 220- und 90 kV-Fernleitungs- und Speiseleitungsnetze, der Umspannwerke Marèges, Eguzon, Chaingy und Chevilly, der Bahnunterwerke zur Umwandlung des 90 kV-Drehstromes in 1500 V-Gleichstrom, der Bahnfahrleitung und des Triebfahrzeugparks, der Triebwagen, Güterzug- und Schnellzuglokomotiven. Zum Schluß folgen einige kleine Mitteilungen über Betriebsergebnisse. Bandow.

[4]) ETZ 56 (1935) H. 14, S. 402.



RUNDSCHAU.

Leitungen.

621. 315. 14 : 621. 315. 53 **Hohlseile aus Aluminium.** — Während die Amerikaner von vornherein für Höchstspannungsleitungen Aluminium- bzw. Stahlaluminiumseile in den meisten Fällen verwendeten, bevorzugte man in Deutschland Kupferseile. Man war deshalb gezwungen, schon bei 220 kV Betriebsspannung Hohlseile herzustellen. Die Entwicklung der Kupferhohlseile in Deutschland dürfte bekannt sein, des öfteren ist in dieser Zeitschrift und in anderen Fachzeitschriften hierüber berichtet worden.

Stahlaluminiumseile werden in Amerika listenmäßig für Durchmesser bis zu 40 mm hergestellt; im folgenden sei auf zwei neuere bemerkenswerte Vorschläge hingewiesen. Eine eigenartige Konstruktion wurde in der Schweiz entwickelt, über die erstmalig Dassetto auf der Jahresversammlung 1933 des Italienischen Elektrotechnischen Vereins (AEI) in Sorrent berichtet hat.

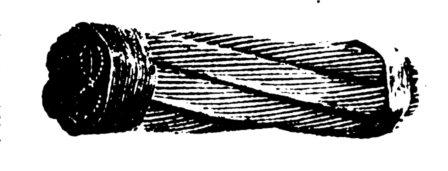


Abb. 1. Litzenhohlseil.

Das Seil besteht aus sechs Hohllitzen (Abb. 1). Der in der Mitte verbleibende Hohlraum wird durch ein Spiralband als Stütze gehalten (Abb. 2). Ebenso bekommen die einzelnen Hohllitzen Spiralbänder im Innern, über die eine Lage runder Aluminiumdrähte gesponnen ist. Im Gegensatz zu den andern Hohlseilkonstruktionen soll diese Ausführung ein weniger starres Seil ergeben, was für die Verlegung eine Erleichterung bedeutet. Das Seil kann auf den normalen Verseilmaschinen hergestellt werden, es sind keine Sondervorrichtungen erforderlich. Als besonderer Vorteil des Seiles wird hervorgehoben, daß beim Bruch von Einzeldrähten diese sich nicht herauswickeln können, da sie durch die Verdrillung der Litzen gehalten werden. Gefährliche Kurzschlüsse werden dadurch vermieden.

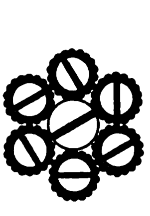


Abb. 2. Querschnitt des Seiles Abb. 1.

Abb. 3. Abspannklemme für Litzenhohlseil.

Infolge seiner nicht rein zylindrischen Form wird das Seil sich in bezug auf Schwingungen günstiger als andere Seilausführungen verhalten.

In der Schweiz ist eine Versuchsstrecke von 1 km Länge errichtet, um Erfahrungen mit der Seilausführung zu sammeln; Anstände haben sich bisher noch nicht ergehen. Geeignete Trag- und Abspannklemmen (Abb. 3) sind für diese Seile entwickelt worden.

In der Zeitschrift Aluminium wird berichtet, daß bei Verwendung von Stahlaluminium eine Möglichkeit besteht, wesentlich einfacher aufgebaute Hohlseile herzustellen. Man läßt einfach die innere Kerneinlage der Stahlseele fort. Man verseilt über einem Dorn mit einem den fortzulassenden Stahldrähten entsprechenden Durchmesser und erhält einen inneren Hohlraum. Versuche haben ergeben, daß auch ohne Stützteil im Innern ein Seil genügender Druck- und Zugfestigkeit entsteht. Praktische Erfahrungen sind bisher noch nicht bekannt geworden. Die Vorversuche haben sich als aussichtsreich gezeigt. — Eine Hohlseilleitung entsprechend der RWE-Leitung mit 42 mm Außendurchmesser und 400 mm² Kupferquerschnitt würde durch ein Stahlaluminium-Hohlseil von gleichem Durchmesser ersetzt werden können (Abb. 4). Es erhielte in zwei Lagen 18 + 24 = 42 Stahldrähte von 3 mm Dmr. und darüber zwei Lagen mit 24 + 30 = 54 Aluminiumdrähten von je 3,85 mm Dmr. Der innere lichte Durchmesser dieses Seiles betrüge 15 mm gegen 35 mm beim Kupferseil. Der ohmsche Widerstand beider Seile wäre annähernd gleich. Weitere Ausführungsformen sind in der Quelle enthalten. [O. Dassetto, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) S. 46; O. H. Schmitt u. L. Lux, Aluminium 17 (1934) H. 9.] *Bu.*

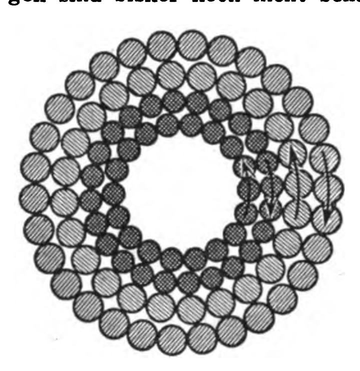


Abb. 4. Stahl-Alum.-Seil ohne Stützkonstruktion.

Elektromaschinenbau.

621. 313. 047. 4 **Bürstenfeuer unter der Bürste.** — Im Anschluß an frühere Veröffentlichungen der gleichen Verfasser werden Versuche beschrieben, die über das Funken unter den Bürsten (im Gegensatz zum Funken an der Anlauf- und der Auslaufkante) Aufschluß geben. Die Verfasser finden, daß neben der Stromdichte im besonderen die zeitliche Veränderung derselben einen wesentlichen Einfluß ausübt. In Abb. 5 stellt Kurve a die Spannung zwischen Bürste und Kommutator in Abhängigkeit von der Stromdichte dar, wenn letztere als konstant angesehen werden kann. Wird aber die Stromdichte nur spitzenartig eingestellt (was durch gittergesteuerte Ventile erreicht wurde), so ergab sich die Kurve b. Die Spannungen sind jetzt wesentlich größer. Sobald 3,2 V überschritten wurde, trat sichtbares Funken ein. Bei den Versuchen wurde die Stromdichte bis zu einem Wert von 250 A/cm² getrieben, also weit über das hinaus, was jetzt als normale Praxis in Gleichstrommaschinen gelten kann. Bürsten verschiedener Güte wurden auf diese Weise untersucht, wobei sich wohl Änderungen der Kurven a und b ergaben, aber in allen Fällen blieb die Funkengrenze annähernd bei 3,2 V.

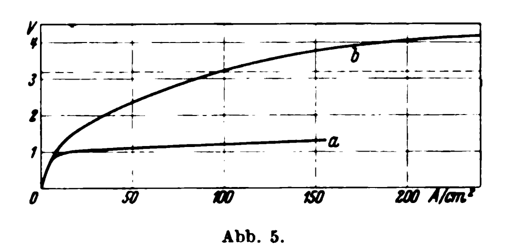


Abb. 5.

Weitere Versuche zeigten den allmählichen Übergang der Kurve b in die Kurve a in Abhängigkeit von der Zeit. Schon nach 0,03 s wurde ein wesentlicher Teil der Differenz überbrückt. Daraus geht hervor, daß die Temperatur der Bürstenoberfläche einen beträchtlichen Einfluß auf die Spannung zwischen Bürste und Kommutator hat. Daneben dürfte aber, nach Ansicht der Verfasser, auch der Übergang kleinster Bürstenteile auf den Kommutator eine Bedeutung haben, der ja schon bei der Erklärung der be-



kannten Abhängigkeit der Bürstenreibung von der Stromführung herangezogen wird. — Zum Schluß werden von den Verfassern einige Anwendungen der Versuchsergebnisse auf die Beurteilung der Kommutierungsverhältnisse von Motoren und Generatoren gemacht. [R. E. Hellmund u. L. R. Ludwig, Electr. Engng. 54 (1935) S. 315.] *F. P.*

Apparate und Stromrichter.

621. 314. 671. 032. 19 **Glühkathoden-Quecksilberdampf-Gleichrichterröhren für hohe Leistungen.** — Steiner beschreibt eine neue Gleichrichterröhre RCA 870, welche einzeln oder in Gruppenschaltung zur Anodenstromversorgung großer Sender bestimmt ist. Je größer die Röhrenleistung, desto geringer sind die durchschnittlichen Abnützungskosten bei einer gegebenen Leistung. Abgesehen davon sind größere Zahlen parallel geschalteter Röhren schon deshalb unbequem und unsicher, weil es sehr schwer ist, die Last gleichmäßig zu verteilen. Die neue Röhre kann bei einer Heizspannung von 5 V und einem Heizstrom von 65 A Anodenstromspitzen von 450 A bei einem Anodenstrommittelwert von 75 A und einer Gegenspannung von 17 000 V aushalten und dabei 500 kW gleichrichten. Infolge der Dicke des Heizfadens dauert das Anheizen allein etwa 14 min, und selbst wenn man zur Beschleunigung des Anheizvorganges anfänglich 7 V verwendet, dauert es immer noch 5 min. Nachher dauert es dafür auch fast eine halbe Stunde, bis sich nach dem Ausschalten die Kathode auf 300 ° C abgekühlt hat. Der ohmsche Spannungsverlust in der Röhre beträgt bei 50 ° C etwa 13 V. Er ist etwas von der Temperatur abhängig. [Steiner, Proc. Inst. Rad. Engr. 23 (1935) S. 254.] *Kur.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 398 : 534. 012 : 629. 123 **Neue Echoloteinrichtung.** — Das bekannte Prinzip der Echolotung[1]) besteht darin, daß an einer Stelle im oder am Schiffsboden ein Schallimpuls erzeugt wird, der vom Meeresboden zurückgeworfen und an einer zweiten Stelle am Schiffsboden aufgefangen wird. Aus der Zeitdifferenz zwischen Aussendung und Empfang ergibt sich unter Berücksichtigung der Schallgeschwindigkeit im Wasser die jeweilige Meerestiefe. Die neuere Einrichtung arbeitet nun mit Schallschwingungen, die oberhalb der Hörgrenze liegen. Damit ist nicht nur eine Forderung der Kriegsmarine erfüllt, sondern es ist auch mit der Verwendung eines Hochfrequenzschalles die Messung wesentlich geringerer Tiefen, die bei dem Schlagsender etwa 4 bis 5 m unter Kiel beträgt, möglich geworden. Zur Schallerzeugung dient ein Magnetostriktionsschwinger, bei dem die magnetostriktive Wirkung gewisser Werkstoffe zur Schwingungserzeugung von etwa 20 000 Hz ausgenutzt wird. Die Magnetostriktion beruht darauf, daß in gewissen Metallen, z. B. Nickel, bei Druck oder Zug eine magnetische Umlagerung erfolgt, die sich wiederum als Induktionsstoß in einer den Körper umgebenden Wicklung auswirkt. Umgekehrt ruft ein Stromstoß, der durch die Spule gesendet wird, eine Formänderung des Körpers hervor. Dieses Schwingerprinzip dient nun sowohl für die Sendung als auch für den Empfang. Die Schaltung der Echoloteinrichtung zeigt die Abb. 6. Eine Nockenscheibe *d* vermittelt durch Kontaktschluß bei *e* periodisch die Anregung des magnetostriktiven Senders *f*, während der Empfänger *k* den zeitlich verschobenen Empfang über einen Verstärker *i* durch Aufleuchten einer rotierenden Neonglimmlampe anzeigt. Das Aufleuchten der Glimmlampe ist in einem kreisförmigen Spalt einer Doppelskala sichtbar. Der Empfang ist umschaltbar auf zwei Skalenbereiche, und zwar 0 bis 500 m und 0 bis 100 m. Der erste Meßbereich dient zur Orientierung und der zweite zur Ergänzung. Die schnelle Kontaktfolge der periodischen Anregung von 7,5 bzw. 15 in der Sekunde läßt die Glimmlampe als dauernde Lichtmarke erscheinen. Nach der Beschreibung ist es möglich, noch Tiefen bis etwa ½ m unter Kiel betriebssicher zu erfassen, und so ist der Periodenantrieb auch für die Einfahrt in Flußmündungen geeignet. Zur Verwendung als Echograph ist die Verbindung mit einem Schreibgerät vorgesehen, so daß sich also auch Profilkurven des Meeresbodens der befahrenen Strecke aufzeichnen lassen. [W. Kunze, Schiffbau 35 (1934) S. 379.] *Schö.*

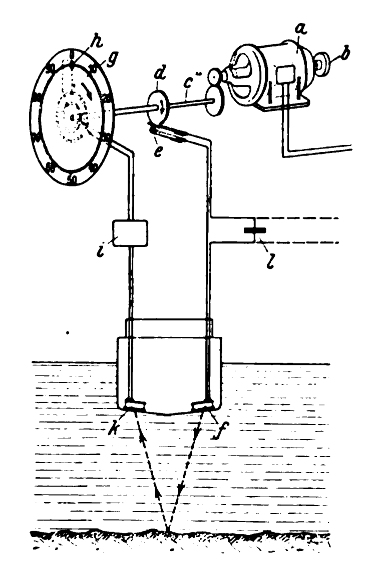


Abb. 6. Echolot.

[1]) ETZ 48 (1927) S. 1818; 54 (1933) S. 896.

Beleuchtung.

621. 315. 66 : 621. 32 **Schwenkbare Lichtmastausleger.** — In Fällen, bei denen die Verwendung von Überspannungen von Straßen zwecks Leuchtenaufhängung zu kostspielig ist, können zur Seite schwenkbare Mastausleger verwendet werden, die, im Gegensatz zu fest montierten Auslegern, genau wie Überspannungen mit seitwärts fahrbarem Leuchtenwagen die Möglichkeit bieten, die Leuchten am Straßenrande, also außerhalb der Fahrbahn, zu bedienen.



Abb. 7. Schwenkbarer Mastausleger zur Seite geschwenkt. Die Leuchte kann am Straßenrand herabgelassen werden.

Das Schwenken eines solchen Mastauslegers geschieht durch einen in das am Mast nach unten geführte Schwenkrohr eingreifenden hebelartigen Bedienungsschlüssel. Mit diesem wird der Ausleger erst aus seiner Rast gehoben und dann um 90 ° nach rechts oder links, je nach den Platzverhältnissen, gedreht, wo er wieder in eine Rast einfällt. In dieser Stellung kann die Leuchte z. B. mittels einer Seilwinde herabgelassen und am Straßenrande gefahrlos und ohne den Verkehr zu behindern bedient werden.

Abb. 7 zeigt einen solchen schwenkbaren Mastausleger an einem Holzmast. Der Ausleger ist um 90 ° zur Seite geschwenkt und die Leuchte herabgelassen. *Grh.*

Elektrowärme.

621. 367 : 621. 791 : 669. 71 **Fortschritte der Elektroschweißung an Leichtmetallen.** — Die Schwierigkeiten der Schweißung von Leichtmetallen liegen in der schnellen Bildung und der Beschaffenheit der sie abdeckenden Oxydhäute, vor allem aber in der starken Abhängigkeit der Eigenschaften insbesondere bei den hochfesten Legierungen vom Gefügezustand. Diese Abhängigkeit ist



weit ausgeprägter als bei fast allen anderen Metallen. Die elektrische Punkt- und Nahtschweißung gestattet nun wie kein anderes Verfahren, die unerwünschten Gefügeänderungen weitgehend zu beschränken und die wertvollen Oberflächeneigenschaften zu erhalten. Das wird bei den neuzeitlichen Maschinen erreicht durch genaue und sichere Beherrschung aller Faktoren des Schweißvorganges, wie Druck, Strom und Zeit. Der Elektrodendruck ist von 50 bis 800 kg stetig regelbar; er wird durch Preßluft ausgeübt und so eingestellt, daß der zur Einleitung des Schweißvorganges günstigste Übergangswiderstand erzielt, die Oxydhaut sicher beseitigt, aber keine Verquetschung verursacht wird. Stromzufuhr und Dauer der Stromeinwirkung sowie Blechvorschub bei Nahtschweißungen sind in Anpassung an Wärmeleitfähigkeit und Blechdicke so regelbar, daß bei guter Verschweißung die Schweißzone eng begrenzt bleibt. Durch geeignete Elektrodenwerkstoffe wird die Korrosionsgefahr vermieden, die mit dem Übergehen von Fremdmetall der Elektrode auf den Aluminiumwerkstoff verbunden ist. Die Maschine ist mit gittergesteuerten Entladungsgefäßen als Schaltglied ausgerüstet. Dadurch werden Schweißzeiten bis herab zu etwa 1 ms, aufwärts bis zu 50 Vollwellen möglich. Die Genauigkeit in der Steuerung der Schweißzeit ermöglicht die Anwendung hoher Schweißspannung und damit sichere Durchbrechung isolierender Zwischenschichten. — Der Aufbau der Maschine ist auch mechanisch neuartig; die Elektrodenarme sind nicht mehr in der Symmetrieebene der Maschine, sondern seitlich angebracht, wodurch eine bessere Anpassung an die besonderen Betriebsverhältnisse möglich wird. Zweirollenantrieb und feinstufige Vorschubregelung sind vorgesehen. Es sind vier Arbeitsweisen möglich: 1. Fortlaufende Nahtschweißung, 2. Heftnahtschweißung, 3. Punktschweißung mit Zeiteinstellung und 4. Punktschweißung mit Steuerung von Hand.

Der Erläuterung des Wesens des geschilderten Schweißverfahrens dient eine Anzahl Schliffbilder von Punkt- und Nahtschweißungen, die die Überlegenheit der Schaltung des Schweißvorganges durch gittergesteuerte Entladungsgefäße gegenüber der weniger feinfühligen mechanischen Schaltung beweisen. Die Untersuchung der Festigkeitseigenschaften von Punkt- und Nahtschweißungen ergibt je Punkt Festigkeiten an mittelfesten Aluminiumlegierungen, wie Silumin, Pantal und Aluman, von rd. 100 % der Zugfestigkeit des harten Bleches, bezogen auf einen Streifen von der Breite des Punktdurchmessers. Bei Aluminium und allen übrigen Legierungen sowie Elektron werden 50 bis 60 % der Zugfestigkeit des harten Bleches erreicht. Die Angaben gelten für Schweißungen an Blechen von 1 mm Dicke.

Von anderen Elektroschweißverfahren kommt neben der Punkt- und Nahtschweißung in erster Linie noch das Arcatomverfahren in Frage, und von Interesse ist auch, daß in letzter Zeit durch Abschmelzschweißung eine unmittelbare Verbindung von Kupfer und Aluminium durch eine Widerstandsschweißung möglich geworden ist, die insbesondere für den Schaltanlagenbau von Bedeutung werden kann. [C. Haase u. O. Plass, Aluminium 17 (1935) S. 209.] *Sb.*

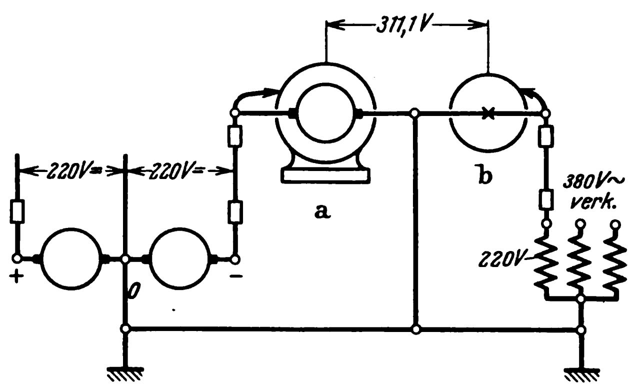
621. 365. 2. 036. 63 **Dichte Abschlüsse der Elektroden an elektrischen Öfen.** — Viele Elektrodenabschlüsse an elektrischen Lichtbogenöfen sind noch fehlerhaft. Wenn es auch gelingt, sie flammendicht abzuschließen, so sind sie doch nicht gasdicht. Außer dem Gasverlust tritt hierdurch noch eine Oxydation der Elektroden ein. Zwar widersteht der zum Abdichten verwendete Asbest eine Zeitlang, aber infolge der langen Einwirkung der hohen Temperatur wird er brüchig, so daß schließlich auch die Flammen freien Durchgang erhalten. Eine neue Abdichtung besteht infolge der Eigenart der Aufgabe nicht aus einem einzigen Teil, sondern aus vier konzentrisch eingebauten Rohren (einschließlich eines Kolbens).

Alle Einzelteile lassen sich für sich sachgemäß bearbeiten und herstellen, ein Umstand, der praktisch nicht zu verwirklichen wäre, wenn man versuchen würde, die Einrichtung aus einem Stück herzustellen. Das Kühlwasser tritt unten ein und oben wieder aus. Der Strom wird durch ein biegsames Band zu einem Bronzering geführt, der sich im obersten Teil des Kolbens befindet und der gleichzeitig die Haltung der Elektrode und die elektrische Berührung sichert. Diese Bauart des Elektrodenabschlusses ergab sich aus einer Anzahl von Versuchen, die erkennen ließen, daß die beste Abdichtung durch Verwendung und Zusammenbau von vier Rohren zu erhalten ist. Der so verwirklichte dichte Abschluß ist mit verschiedenen Vorteilen verbunden. So gestattet er die Anordnung einer Elektrode gegenüber der Gießschnauze des Ofens mit der Folge, daß auch das zuerst abgegossene Metall heiß ist. Dann werden die Elektroden auf einer erheblich größeren Länge abgekühlt als bei gewöhnlichen Öfen, ohne mehr Wasser zu benötigen. Auch die Gefahr der Elektrodenbrüche wird verringert, weiter wird ein sachgemäßes Arbeiten und Bewegen der Elektroden gesichert, das Ofengewölbe entlastet, der Leistungsfaktor erhöht und auch die Ofenarbeit und -führung verbessert. [S. E. Heuland, Bull. Soc. franç. Électr. 5 (1935) S. 481.] *Kp.*

Installation.

621. 355. 2. 035. 5 **Schutz der Klemmschrauben eines Akkumulators.** — Zum Schutz der Messingklemmschrauben und der Zinnlötstellen eines Akkumulators, die durch die überkriechende Schwefelsäure mit der Zeit zerstört werden, schiebt W. Seitz auf die Bleileitung eine dichtanliegende Manschette aus einem Stoff, der die Schwefelsäure chemisch bindet. Geeignet sind durchbohrte Zinkklötze, Marmorstücke, Glasröhren mit doppeltkohlensaurem Natron oder am einfachsten ein fest herumgewickelter Zinkdraht. [W. Seitz, Z. techn. Physik 16 (1935) S. 12.] *Br.*

621. 3. 015. 15 : 621. 3. 027. 2 **Kann beim Vorhandensein eines Gleichstrom-Dreileiter-Anschlusses der gleichzeitige Anschluß an eine Drehstrom-Vierleiter-Anlage Gefahr bringen?** — Nach Abb. 8 ist die



a Gleichstrommotor b Leuchte mit Glühlampen

Abb. 8.

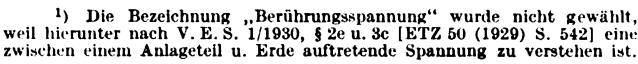
an den Minus-Außenleiter angeschlossene Gleichstrommaschine a von 220 V mit einer Phasenspannung von 220 V des Drehstromnetzes durch die gemeinsame Erde hintereinander geschaltet. Zwischen dem Motorgehäuse und dem Minus-Außenleiter sowie zwischen dem Lampengehäuse b und der Phasenleitung trete Körperschluß auf. Beide Gehäuse sind von der Erde isoliert. Welche Spannung[1]) überbrückt ein von der Erde isolierter Mensch, der beide Gehäuse berührt?

Abb. 9.

Zur Klärung der Verhältnisse wurden im Laboratorium eine 110 V-Gleichstrom-Nebenschlußmaschine und eine Wechselstrom-Außenpolmaschine von 110 V hintereinander geschaltet und dabei mit einem Weicheisen-Voltmeter eine Spannung von 156 V gemessen.

Die Theorie ergibt nach Abb. 2:

$$U = U_1 + u_2 = U_1 + u_{max} \sin \omega t = U_1 + u_2 \sqrt{2} \sin \omega t$$



[1]) Die Bezeichnung „Berührungsspannung" wurde nicht gewählt, weil hierunter nach V. E. S. 1/1930, § 2e u. 3c [ETZ 50 (1929) S. 542] eine zwischen einem Anlageteil u. Erde auftretende Spannung zu verstehen ist.

Das Meßinstrument zeigt den quadratischen Mittelwert an; es ist bekanntlich:

$$U = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T U^2\,dt};$$ hierbei ist der Wert $\int_0^T U^2\,dt$ nach Einsetzen der obigen Werte und Integrieren

$$\int_0^T U^2\,dt = T\,(U_1^2 + u_2^2)$$

Folglich ist $U = \sqrt{U_1^2 + u_2^2}$.

In unserem Falle ergibt sich also eine meßbare Spannung von $U = \sqrt{220^2 + 220^2} = 311{,}1$ V und bei dem Versuch eine Spannung von 155,6 V.

Die gefährliche Spannung (über 250 V) kann natürlich nur bei gemeinsamer Erde auftreten — diese Bedingung wird wohl meistens erfüllt sein — und wenn beide nicht geerdeten Leitungen gleichzeitig berührt werden oder wenn beide Gehäuse gleichzeitig Körperschluß haben und beide Gehäuse berührt werden.

In den Städten, in denen noch Gleichstrom- und Drehstromnetze nebeneinander bestehen und einzelne Netzteile bei Überlastung von Gleichstromzuleitungen an Drehstrom angeschlossen werden, bleiben unter Umständen aus verschiedenen Gründen — Wunsch des Stromabnehmers, hohe Auswechselungskosten, nicht sofortige Auswechselungsmöglichkeit usw. — einzelne Sondermotoren an Gleichstrom angeschlossen, während auf demselben Grundstück sonst auf Drehstrom umgeschaltet wird. Es sind dann natürlich alle Voraussetzungen für das Auftreten einer gefährlichen Spannung bei zweifachem Körperschluß und gleichzeitigem Berühren gegeben und es ist dann nach den vorstehenden Ausführungen besondere Vorsicht am Platze. Dieselbe Gefahr liegt vor, wenn wichtige Beleuchtungsanlagen, die normal durch Drehstrom gespeist werden, im Störungsfalle teilweise auf Gleichstrom umgeschaltet werden können.

Es erscheint zweckmäßig, in derartigen Anlagen die Verbraucher öfter auf Körperschluß zu prüfen. Ferner käme außer anderen Schutzmaßnahmen (Erdung, Nullung, Schutzschaltung) in Frage, die Beleuchtung durch einen Transformator von der Erde zu trennen und dann je nach dem Verwendungszweck eine Lampenspannung von 42 oder 24 V oder auch eine höhere Spannung zu wählen. Öfter dürfte es auch genügen, nur die beweglichen Handlampen, die sich mit den Gleichstrommotoren in einem Raum befinden, über einen Transformator anzuschließen. E. Rosseck.

Verkehrstechnik.

621. 335. 4. 033. 91 **Über die Entwicklung, die Wirtschaftlichkeit und die Vorzüge der Obbusbetriebe.** — Während in Deutschland, dem Ursprungsland des Oberleitungs-Omnibus[1]), bisher nur wenig Linien eingerichtet wurden, sind außerhalb Deutschlands schon 65 Obbusbetriebe vorhanden.

In seiner Wirtschaftlichkeit ist der Oberleitungs-Omnibusbetrieb in vielen Fällen den anderen in Betracht kommenden Betriebsarten überlegen. Sie ist nach Stuckardt überall dort vorhanden, wo zur Bewältigung des Verkehrs eine Wagenfolge von 7,5 bis 40 min erforderlich ist. Für kurze Strecken mit einem Pendelverkehr, dessen Tagesleistung 60 bis 120 km nicht übersteigt, ist der akkumulator-elektrische Omnibus als besonders billiges Verkehrsmittel zu empfehlen[2]). Nach den Angaben von A. Schiffer betragen die Jahresdurchschnittsausgaben von 15 Autobusbetrieben 56,69 Rpf je Wagenkilometer, während sie bei der Obbusanlage Idar—Tiefenstein im Jahre 1933 47,08 Rpf betrugen. Von englischen Betrieben werden für den Obbus 34 Rpf je Wagenkilometer und für die Rohölmotorenfahrzeuge 40 Rpf angegeben. Zur Zeit betragen die Betriebskosten der Obbusstrecke Idar—Tiefenstein je Wagenkilometer nur 39,741 Rpf.

Gegen die Verwendung von Motorfahrzeugen mit flüssigen Treibstoffen spricht es, daß wir etwa ⅔ der flüssigen Treibstoffe einführen müssen, während die Selbsterzeugungskosten noch ziemlich hoch sind. Dem Betrieb mit eingeführten Dieselölen, mit Holzgas oder anderen aus der Kohle gewinnbaren Gasen steht die technische und wirtschaftliche Überlegenheit des Obbus gegenüber. Letzterer ist im wesentlichen durch den geringeren Verschleiß des elektrischen Antriebes und die lange Lebensdauer begründet. Dazu kommen als technische und betriebliche Vorteile das Fehlen jeglicher Anlaßschwierigkeiten und das schnellere Anfahren, das durch eine Anfahrbeschleunigung von 0,7 m/s² und mehr und den Fortfall jeglicher Gangschaltung bewirkt wird. Schließlich ist, da es sich um einen Betrieb auf öffentlichen Wegen handelt, noch darauf hinzuweisen, daß der Obbus weder die Straßen durch Öl und Fett verschmutzt, noch die Luft durch Abgase verunreinigt, und daß der Gang des Motors und Getriebes fast geräuschlos ist. [W. Rödiger, Elektr.-Wirtsch. 34 (1935) S. 135.] *Sb.*

[1]) Vgl. Bericht und Bild auf S. 904 dieses Heftes.
[2]) S. a. Lehner, ETZ 56 (1935) H. 24, S. 673.

Elektrische Antriebe.

621. 34-523 **Vorschubbegrenzung und elektrische Ab- und Umschaltung.** — Im gleichen Maße, in dem die Anforderungen an die Bearbeitungsgenauigkeit von Werkstücken gesteigert wurden, stiegen auch die Anforderungen an die Genauigkeit der Stillsetzung bewegter Massen an einer bestimmten Stelle. Das Stillsetzen auf mechanischem Wege, das auf der Ausnutzung der Gegenkraft beim Anfahren des bewegten Maschinenbauelementes gegen einen festen Anschlag beruht, ist zwar sehr genau (0,01 bis 0,001 mm), hat aber den Nachteil, daß vor dem Wiederanfahren eine Wiedereinschaltung des Abschaltgliedes (Rutschkupplung, federbelastete Zahnkupplung, Fallschnecke) erfolgen muß. Die rein elektrische Lösung (Abschalten des Antriebsmotors über Endschalter) vermeidet den vorerwähnten Nachteil der umständlichen Wiedereinrückung, erreicht aber infolge der Verschiedenheit der Auslaufwege der bewegten Massen bei verschiedenen Geschwindigkeiten nicht die hohe Abschaltgenauigkeit (0,02 bis 0,04 mm). Es wurde deshalb versucht, durch Vereinigung der beiden Verfahren sowohl hohe Genauigkeit als auch die Einfachheit des Stillsetzens und Wiedereinschaltens des Antriebes zu erreichen. Das Abschalten stromabhängig durchzuführen (Anstieg der Stromaufnahme des Antriebsmotors beim Gegenfahren des Schlittens gegen den festen Anschlag) hat den Nachteil, daß die Abhängigkeit der Stromaufnahme vom Abschaltpunkt nicht eindeutig festgelegt werden kann und außerdem die Beanspruchung der Energieübertragungsteile groß ist. Eine Verbesserung dieser Anordnung läßt sich durch Zwischenschalten eines elastischen Elementes erreichen (vorgespannte Federn). Diese Anordnung hat überdies den Vorteil, daß man das Abschalten mit einer einstellbaren Zeitverzögerung erreichen kann. Verwendet man zum Abschalten des Antriebes eine Zahnkupplung mit schrägen Zähnen, dann kann die bei Überlastung auftretende axiale Verschiebung der beweglichen Kupplungshälfte dazu benutzt werden, den Antriebsmotor selbst stillzusetzen. Eine ähnliche Lösung stellt die Verwendung einer Fallschnecke dar, die beim Ausklinken über ihre Endschalter den Motor vom Netz trennt und ihn wieder einschaltet, sobald die Schnecke wieder eingelegt wird. Das Rutschen einer elektromagnetischen Kupplung bei Überlastung zur Abschaltung des Antriebes auszunutzen, empfiehlt sich nicht, da für das Wiedereinschalten der Kupplung Hilfsmaßnahmen nötig werden. Bei Flüssigkeitsantrieben erfolgt das Begrenzen der Bewegung über hydraulische Absperrorgane, entweder mechanisch oder elektromagnetisch. Hierbei konnte eine Genauigkeit von etwa 0,1 bis 0,01 mm erzielt werden. [R. Heidenreich, Werkst.-Techn. 29 (1935) S. 95.] *Gzw.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 11. 029. 6 **Die Grundlagen der Dezimeterwellen-Technik.** — Aus dem Vergleich mit den Umwälzungen, die der Übergang von den längeren Wellen zu den Kurzwellen in der Funktechnik brachte, sind vielfach falsche Vorstellungen von den Vorteilen der Ultrakurzwellen zwischen 10 und 1 m und den Dezimeterwellen unter 1 m entstanden. Um sich richtige Vorstellungen machen zu können, ist es vor allem nötig, den Zusammenhang der drahtlos übertragenen Leistung mit der Bündelung der abgestrahlten Leistung in der Richtung auf den Empfangsort



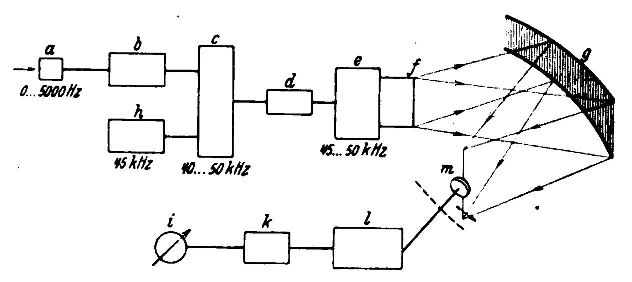
und der Wellenlänge zu betrachten. Ganz allgemein gilt, daß die Bündelung, die durch eine Anzahl von in einer Fläche angeordneten Strahlern erzielt wird, der sendenden Richtfläche proportional und dem Quadrat der Wellenlänge umgekehrt proportional ist. Anderseits ist die Leistung, die durch eine Empfangsfläche dem Strahlungsfelde entnommen werden kann, proportional der Bündelung, die die Empfangsantenne hervorbringt, wenn sie als Sendeantenne betrieben würde, und dem Quadrat der Wellenlänge. An Hand dieser Sätze lassen sich aufschlußreiche Betrachtungen an den praktisch vorkommenden Übertragungsfällen anstellen. Ist z. B. die Bündelung am Sender und Empfänger als gegeben zu betrachten, so ergibt sich aus diesen Sätzen, daß eine möglichst lange Welle für die Übertragung gewählt werden sollte. Je länger die Welle, um so geringer ist in diesem Falle die Senderleistung, die zur Überbrückung einer gegebenen Entfernung erforderlich ist. Eine Grenze ist durch die mit der Wellenlänge zunehmenden Antennenabmessungen und den sinkenden Antennenwirkungsgrad gesetzt. Sind dagegen die Richtflächen am Sender und Empfänger gegeben, so sollte eine möglichst kurze Welle gewählt werden. Hier ist eine Grenze durch den mit abnehmender Wellenlänge sinkenden Wirkungsgrad der Sende- und Empfangsgeräte gesetzt. Ein zahlenmäßiger Vergleich zwischen einer Kurzwellenverbindung auf einer Wellenlänge von 20 m mit den üblichen, 100 m breiten und 50 m hohen Überseestrahlwerfern und einer Dezimeterwellenverbindung auf einer Wellenlänge von 17 cm mit Reflektoren von 3 m Dmr., wie sie zwischen Lympne in England und St. Inglevert in Frankreich in Betrieb genommen worden ist, zeigt, daß die Leistungsübertragung der Dezimeterwellenverbindung erheblich hinter der der Kurzwellenverbindung zurückbleibt, ganz abgesehen von dem außerordentlich viel schlechteren Gerätewirkungsgrad bei sehr kurzen Wellen.

Das Verhalten der Dezimeterwellen bei der Ausbreitung in einem Feld mit Hindernissen, wie Gebäuden u. dgl., läßt sich vollkommen aus optischen Analogien herleiten. Nur sind die Beugungserscheinungen bei diesen Wellen sehr viel deutlicher wahrnehmbar als bei Lichtwellen. Das zeigt sich besonders beim Empfang unterhalb des durch die Erdkrümmung und die Höhe der Sendeantenne gegebenen Horizontes. Doch nimmt die Feldstärke außerhalb der optischen Sicht schnell ab. Die Erscheinung, daß in regelmäßigen Abständen über dem Erdboden Höchst- und Mindestwerte der Feldstärke auftreten, erklärt sich aus der Wirkung des Bodens als Spiegel für die kurzen Wellen.

Das älteste Verfahren, Dezimeterwellen zu erzeugen, ist das von Heinrich Hertz benutzte mit einer Funkenstrecke. Für den technischen Gebrauch kommt es jedoch nicht in Betracht. Zur Erzeugung mittels Elektronenröhren gibt es mehrere grundsätzlich verschiedene Verfahren. Die Länge der mit Rückkopplungsschaltungen erzeugten Wellen ist nach unten außer durch die Elektrodenkapazität durch die bei Dezimeterwellen nicht mehr vernachlässigbare Laufzeit der Elektronen begrenzt. Wenn auch an sich noch Wellen bis zu 25 cm Länge herunter auf diese Weise erzeugt werden können, so liegt die praktische Grenze doch schon bei etwa 50 cm, da bei kürzeren Wellen die erzielbare Leistung unvermeidlich verschwindend klein wird. Ähnliche Schwierigkeiten ergeben sich, wenn man versucht, Dezimeterwellen durch Vervielfachung darzustellen. Anstatt die Laufzeit der Elektronen so weit zu verringern, daß sie den Schwingungsvorgang nicht wesentlich beeinflußt, was mit der Herabsetzung der Wellenlänge zu immer kleineren Leistungen führt, kann man auch die endliche Laufzeit zur Schwingungserzeugung ausnutzen. Bei den Laufzeitverfahren werden Zweielektrodenröhren benutzt. Durch Zuhilfenahme eines zur Röhrenachse parallelen, ruhenden Magnetfeldes läßt sich der Wirkungsgrad einer solchen Anordnung erheblich steigern. Eine weitere Möglichkeit zur Erzeugung von Dezimeterwellen ist die Barkhausen-Kurz-Schaltung, das am längsten bekannte Verfahren mit Elektronenröhren. Bei ihm erhält das Gitter einer Dreielektrodenröhre eine hohe positive Spannung gegen die Kathode, die Anode eine geringe negative. Die Elektronen führen dann pendelnde Bewegungen um das Gitter herum aus. Der Wirkungsgrad derartiger Schwingungserzeuger liegt zwischen Bruchteilen eines Prozents und etwa 10 %. Mit besonderen Anordnungen hat man Wellen von 10 cm Länge auf diese Weise erzeugen können.

Zum Empfang von Dezimeterwellen werden alle in der normalen Empfangstechnik bekannten Schaltungen benutzt: Kristalldetektor, Audion usw. Auch die Rückkopplung zur Erhöhung der Empfindlichkeit findet Anwendung. [W. Runge, Telefunkenztg. 15 (1935) S. 24.] *H. Bkm.*

534. 4. 012 : 534. 7 **Schallspektroskopie.** — In einem an dieser Stelle veröffentlichten Bericht[1]) wurde über ein „akustisches Spektrometer" berichtet, an dem die Teilschwingungen eines Klanges nahezu gleichzeitig mit dem Einsetzen des akustischen Vorganges abgelesen werden können. Ein anderes Verfahren, das ebenfalls eine praktisch unverzögerte Klanganalyse ermöglicht, ist im Heinrich-Hertz-Institut entwickelt worden. Die hierzu benutzte Anordnung (Abb. 10) stellt ein akustisches Gitterspektro-



a	Mikrophon, 0 bis 5000 Hz	*g*	Gitter
b	Verstärker	*h*	Trägerfrequenzsender, 45 kHz
c	Gegentakt-Modulator, 40 bis 50 kHz	*i*	Galvanometer
d	Kondensatorkette	*k*	Gleichrichter
e	Verstärker, 45 bis 50 kHz	*l*	Verstärker
f	Bändchen	*m*	Kondensator-Mikrophon

Abb. 10. Aufbau des Schallspektroskops.

skop dar. Der zu analysierende Klang (0 bis 5000 Hz) erzeugt an einem Mikrophon elektrische Spannungsschwankungen, die verstärkt und am Gitter eines Gegentaktmodulators den hochfrequenten Schwingungen eines Röhrensenders (45 kHz) überlagert werden. Eine Kondensatorkette siebt das untere Frequenzband (40 bis 45 kHz) der modulierten Schwingungen ab, so daß der nachfolgende Kraftverstärker nur den oberen Bereich (45 bis 50 kHz) erhält. Diese Frequenzen werden von einem Bändchenlautsprecher abgestrahlt und fallen auf ein akustisches Beugungsgitter, das sie als Interferenzbilder längs einer Brennlinie zerlegt; hier werden sie mit einem Kondensatormikrophon abgetastet und über einen Verstärker mit Gleichrichter von einem Galvanometer angezeigt. Das Kondensatormikrophon befindet sich auf einer Schwenkvorrichtung, mit der eine Anordnung zur seitlichen Ablenkung des Lichtstrahles aus dem Galvanometer mechanisch gekoppelt ist; wird das Mikrophon längs des Brennkreises verschoben, so beschreibt der Lichtpunkt des Galvanometers auf einem Schirm die Umhüllende des Klangspektrums. Das akustische Beugungsgitter besteht aus etwa 300 in ungefähr 1 cm Abstand angenähert kreisbogenförmig parallel zueinander aufgestellten Stahlnadeln. Der Bau des Gitters setzte besondere theoretische Überlegungen voraus, da gewisse Vereinfachungen, von denen man bei optischen Gittern Gebrauch macht, wegen der erforderlichen großen Öffnung bei akustischen Gittern nicht statthaft sind. Aus Messungen an reinen Tönen ist zu ersehen, daß das Gitter annähernd „Normalspektren" liefert, d. h. die Abstände der Maxima sind ungefähr der Frequenz proportional. Aufnahmen von Spektren zusammengesetzter Schalle zeigen, daß Teilschwingungen von 125 Hz Frequenzabstand noch getrennt werden können. [E. Meyer u. E. Thienhaus, Z. techn. Physik 15 (1934) S. 630.] *Gff.*

621. 396. 82. 08 **Ein tragbares Meßgerät zur Untersuchung von Störfeldern.** — Der Beschreibung des Meßgerätes und Meßverfahrens gehen grundsätzliche Bemerkungen über die Messung von hochfrequenten Störvorgängen voraus. Die an ein möglichst bewegliches Meßgerät zu stellenden Bedingungen werden kurz erörtert und das Verfahren und die Meßeinrichtung beschrieben, die aus verschiedenen Eingangsschaltungen, abgestimmtem Hoch-

[1]) ETZ 56 (1935) H. 15, S. 440.

frequenzverstärker mit kapazitivem Eingangspotentiometer, Hilfssender mit Modulator, Gleichrichter, Niederfrequenzsieb und -verstärker sowie verschiedenen Anzeigegeräten besteht.

Die Eingangsschaltungen zur Messung des magnetischen und elektrischen Feldvektors und diejenige zur Messung der EMK in der Antenne werden an Hand von Schaltskizzen kurz beschrieben. Der benutzte Hochfrequenzverstärker ist dreistufig und besitzt einen Verstärkungsfaktor von 10 Neper; der Niederfrequenzverstärker mit einem Durchlaßbereich von 6 kHz wird nach dem Pfeifpunktverfahren gemessen. Das Meßverfahren, die Eichung und Zurichtung der Meßeinrichtung werden mit Bezug auf die eingangs entwickelten Gleichungen eingehender erörtert. Es handelt sich um das auch in anderen Meßanordnungen benutzte Suchfrequenzverfahren, hier mit einer hochfrequenten Suchspannung und einer um 800 Hz kleineren Hilfsspannung, mit denen das empfangene, durch den Gleichrichter nunmehr niederfrequent gewordene (HF-) Störspektrum nachgebildet wird.

Dann werden praktisch ausgeführte Störfeldmessungen beschrieben, und zwar über die Frequenzabhängigkeit der Störfeldstärke unter einer Versuchsfreileitung, wenn über diese ein störendes Hochfrequenzheilgerät oder ein motorischer Störer (Staubsauger) an eine Stromquelle angeschlossen sind und betrieben werden, sowie der Verlauf des Störfeldes in Abhängigkeit von der Entfernung längs und senkrecht zur Versuchsfreileitung beim Betrieb des HF-Heilgerätes. Beide Geräte sind ohne Störschutzmittel betrieben worden. In Polardiagrammen wird die in einer L-Antenne bzw. Erdantenne im Bereich der die Störung tragenden Freileitung erzeugte Stör-EMK abhängig von der Lage der Antennen zur Freileitung gezeigt. [A. Dennhardt u. E. H. Himmler, Elektr. Nachr.-Techn. 12 (1935) S. 55.] *Rps.*

621. 397. 5. 029. 6 (43) **Die rundfunkmäßige Verbreitung von Tonbildsendungen auf ultrakurzen Wellen in Deutschland.** — Von W. Scholz werden als Grundlage für den Entwurf eines Tonbildrundfunk-Sendernetzes die Ausbreitungseigenarten ultrakurzer Wellen (2 bis 10 m) eingehend erörtert. Die ultrakurzen Wellen unterscheiden sich in der Ausbreitung nicht grundsätzlich von den längeren Wellen, sondern schließen sich diesen mit den ihrem Frequenzgebiet zukommenden Eigenarten in stetigem Übergang an. Bei der Fortpflanzung elektrischer Wellen längs der Erdoberfläche nimmt die Reichweite der Bodenwelle mit kleiner werdender Wellenlänge ab. Die Sprungentfernung, d. i. die tote Zone zwischen der Reichweite der Bodenwelle und der wieder auftreffenden reflektierten Raumstrahlung, wird mit abnehmender Wellenlänge größer und müßte für Wellen unter 10 m etwa bei 10 000 km oder mehr liegen, wenn man die Ergebnisse der Untersuchungen im Kurzwellenbereich extrapoliert. Reflektierte Raumstrahlung ultrakurzer Wellen tritt daher in keiner Form (Empfangsschwund o. ä.) in Erscheinung. Vom Reichspostzentralamt wurde durch Empfangsversuche und Feldstärkemessungen mit hierfür neu entwickelten Geräten festgestellt, daß der dämpfende Einfluß der Erdoberfläche erst an der Sichtgrenze bemerkbar wird. Für das Flachland außerhalb der Sichtweite wird bei der Wellenlänge von 7 m als kilometrische Dämpfungsziffer 0,1 angegeben.

Im Großstadtgebiet wird die Empfangsfeldstärke durch die elektrischen Eigenschaften der unmittelbaren Umgebung des Empfangspunktes bestimmt. Bei normalen Wohngebäuden steigt auch in umbauten Höfen die Feldstärke mit der Höhe über dem Erdboden schon in der Höhe des ersten Stockwerks auf den Wert in Dachhöhe an. Eine starke Abschirmwirkung können Eisenbetonbauten auf die inneren Räume ausüben, da die Eisenstäbe meist ein räumliches Maschenwerk bilden, das enger als eine viertel Wellenlänge ist. Empfangsschwierigkeiten traten bei den zahlreichen Versuchen im Großstadtgebiet Berlins auch unter ungünstigsten Verhältnissen nicht auf.

Die theoretischen und praktischen Untersuchungsergebnisse des Reichspostzentralamts lassen sich in folgenden Gesichtspunkten für die Planung eines deutschen Ultrakurzwellen-Sendernetzes für Tonbildrundfunk zusammenfassen: Das Feld eines UKW-Senders nimmt mit der Entfernung stetig ab, enthält keine Zonen mit Schwunderscheinungen und erfährt auch in Stadtgebieten und in gebirgigem Gelände noch keine so große Dämpfung, daß grundsätzliche Empfangsschwierigkeiten bei Senderleistungen von mehr als 2 kW in der Antenne auftreten können. Die Reichweite eines UKW-Senders wird größer mit zunehmender Höhe der Senderantenne über dem Erdboden (Vergrößerung der Reichweite der ungedämpften Raumstrahlung) und mit zunehmender Senderleistung (Vergrößerung der Reichweite der Bodenwelle). Die Reichweite ist entgegen der meist vertretenen Ansicht größer als die Sichtweite. Aus einem Diagramm können die Reichweiten in Abhängigkeit von der Sendeantennenhöhe und -leistung für die verlangte Mindestempfangsfeldstärke entnommen werden. Unter weitgehender Ausnutzung der natürlichen Bodenerhebungen läßt sich daraus der Entwurf eines deutschen UKW-Sendernetzes zusammenstellen, welches mindestens 21 Hauptsender mit Antennenleistungen bis zu 20 kW und Wellenlängen zwischen 7,5 und 5,7 m enthalten muß. Daneben werden noch einige Nebensender in wichtigen Großstädten ohne eigenen Hauptsender erforderlich sein. [W. Scholz, Elektr. Nachr.-Techn. 12 (1935) S. 3.] *Sb.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

621. 325 : 537. 523. 5 **Das Verhalten von Kohle im Lichtbogen.** — Lummer[1]) glaubte bekanntlich festgestellt zu haben, daß sich Kohle bei der Temperatur des Lichtbogens unter vermindertem Druck verflüssigt. N. K. Chaney, V. C. Hamister und S. W. Glass erklären nun auf Grund ihrer eigenen Untersuchung Lummers merkwürdige Beobachtungen folgendermaßen: Die Kohle verdampft, ohne zu schmelzen, und der Dampf verdichtet sich rasch zu Graphitkristallen. Diese Nebelhülle ist bei Unterdruck von ½ at schwächer und läßt in ihren Lücken die heller leuchtende Kraterfläche sichtbar werden; daher das „honigwabenähnliche Gefüge" und die eckigen „Fische", die Lummer auf „flüssiger Kohle schwimmen" sah. Chaney stellte weiter fest, daß unter Atmosphärendruck die Temperatur des positiven Kraters unabhängig von der Art der Kohle ist, wenn auch die höchste Temperatur leichter mit graphitierten als mit gewöhnlichen Kohlestiften erreicht wird. Bei richtigem Arbeiten ist die aus der Helligkeit bestimmte Temperatur 3810 ° K ± 7 ° und kann als fester Punkt zum Eichen von Pyrometern benutzt werden. Vorbedingungen sind: die positive Kohle soll aus spektroskopisch reinem Graphit bestehen, dünner als 6 mm und mit mindestens 40 W/mm² belastet sein. Der Bogen ist am beständigsten, wenn die negative Kohle senkrecht zur positiven steht. Um die wahre Temperatur aus dem Wienschen Verschiebungssatz zu berechnen, wurde die relative Intensität der Strahlung für eine Anzahl Wellenlängen gemessen; je nachdem man für die stärkste Strahlung die Wellenlänge 740 oder 735 $\mu\mu$ nahm, ergab sich 3900 ° O oder 3925 ° K (also rd. 3650 ° C). Benutzt man den Netzstrom, so muß man in den Stromkreis einen großen Ballastwiderstand und eine Kapazität einschalten, um Schwankungen zu verhindern. [N. K. Chaney, V. C. Hamister u. S. W. Glass, Trans. Amer. electrochem. Soc. 67 (1935) Sonderdruck 67.] *K. A.*

Werkstatt und Baustoffe.

621. 365. 5 **Der Induktionsofen ohne Badbewegung.** — Die Badbewegung im Induktionsofen entsteht nach E. F. Ruß außer durch den Temperaturunterschied im Rinnen- und Herdmetall hauptsächlich durch die Divergenz der Stromlinien an der Übergangsstelle zwischen Rinne und Herd. Wenn sich im Herdraum nur eine geringe Badhöhe befindet, nehmen die Stromlinien die Wege a und b (Abb. 11). Auf a wirkt ein magnetischer Druck c, auf b ein Druck d. Die Resultierende f sucht das Metall in Richtung nach dem Badspiegel zu bewegen. Bei starker Stromaufnahme im Sekundärkreis kann das Metall bis 3 m hoch geschleudert werden. Die Divergenz der

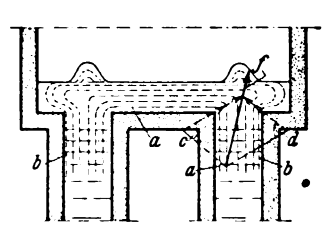


Abb. 11. Stromlinienverlauf bei einem Induktionsofen mit geschlossener, erfüllter Schmelzrinne.


[1]) Die Verflüssigung der Kohle, Braunschweig 1914.

Stromlinien und damit die Badbewegung wird wesentlich herabgesetzt, wenn man die beiden Rinnenenden dicht unter der Herdsohle durch einen Kupferbalken verbindet, der die Hauptzahl der Stromlinien aufnimmt. Die Badbewegung wird vollständig verhindert, wenn man im Ofenherd zwischen den Rinnenenden eine nicht leitende Trennungsmauer errichtet. Auch ohne Kurzschlußleiter und Trennungsmauer kann die Bewegung über den Rinnenmündungen fast gänzlich zum Verschwinden gebracht werden, wenn der Herdraum in passender Höhe mit flüssigem Metall gefüllt ist. Durch Versuche kann eine weitgehende Übereinstimmung zwischen Rinnen- und Herdmetall herbeigeführt werden, um unerwünschte Badbewegungen zu vermeiden. Auch durch Eintauchen eines überbrückten stromleitenden Steges läßt sich die Badbewegung stark beeinflussen.

Eine geringe Badbewegung ist für das Schmelzen von Aluminium im Induktionsofen erwünscht, damit die Metallhaut auf dem Bad nicht abreißt und die Badoberfläche klein gehalten wird. Sind diese Bedingungen erfüllt, so liefert der Induktionsofen einen einwandfreien gasfreien Guß. Bei Aluminiumlegierungen ist eine bestimmte Badbewegung nicht nur unschädlich, sondern günstig. Der Metallabbrand ist im Induktionsofen besonders gering. Die Abbrandziffern liegen bei Aluminium unter 1 %, bei Aluminiumlegierungen wie Silumin unter 0,4 %. [E. F. Russ †, Z. Physik 93 (1935) S. 220.] *Br.*

621. 3 : 66/69 **Entwicklung des elektrotechnischen Rüstzeuges für die Industrie.** — Die Veröffentlichung ist eine Wiedergabe eines auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute in Düsseldorf gehaltenen Vortrages. Aus den drei Hauptanwendungsgebieten der Elektrizität, dem elektrischen Licht, der elektrischen Kraftübertragung und der Elektrowärme, wird das Gebiet der elektromotorischen Kraftübertragung und der Elektrowärme herausgegriffen und ein Rückblick gegeben auf die Entwicklung des elektromotorischen Antriebes bis zu dem Zeitpunkte des Auftretens der Hochvakuumröhren und der gesteuerten Gasentladungsgefäße in der Starkstromtechnik. Anschließend folgt eine Betrachtung des neuen elektrotechnischen Rüstzeuges. Es wird die Wirkungsweise der Hochvakuumröhren und der Gasentladungsgefäße kurz erläutert mit Ausblicken auf ihre Verwendungsmöglichkeiten zur hochwertigen Spannungs-, Drehzahl- und Frequenzregelung. Im Rahmen dieser Betrachtung findet die Photozelle als trägheitsloser Impulsgeber Berücksichtigung. Der Einwirkung und sorgsamen Pflege, welche die Strombahnen in den Gasentladungsgefäßen erfahren, ist die Aufgabe der Unterbrechung des Stromweges in den Schaltgeräten der Starkstromtechnik gegenübergestellt. Bei der Behandlung derselben werden die neuzeitlichen öllosen Schalter (Expansions- und Druckgasschalter) als ein Musterbeispiel für die Erfolge und die Notwendigkeit einer umfassenden technisch-physikalischen Forschung großen Stils gewürdigt.

Der Abschnitt über Elektrowärme bringt die Vorteile, die bei der Wärmebehandlung durch Dosierung, freie Wahl der Ofenatmosphäre und Zuführen der Wärme an die technologisch günstigste Stelle auftreten, sowie die Vorteile bei der Naht- und Punktschweißung zum Ausdruck. Die feine Dosierbarkeit, die der Elektrowärme eigentümlich ist und die heute mit Hilfe von Stromrichtern ausgenutzt werden kann, wird an dem Beispiel einer Feinregelung eines Glühofens erläutert, nach welchem Glühofentemperaturen in den Grenzen von ± 1,2 ‰ bei Ofentemperaturen von 1000 ° aufrechterhalten werden können. Der Bedeutung der Elektrowärme für öffentliche Elektrizitätswerke als einer Großverbraucherin elektrischer Energie ist Rechnung getragen durch Hinweise auf ausgeführte Elektro-Dampfkessel mit Einheiten von über 15 000 kW aufgenommener Leistung und in Betrieb befindliche Anlagen mit Gesamtleistungen bis zu 160 000 kW.

Die Ausführungen über die Entwicklung des elektrotechnischen Rüstzeuges werden ergänzt durch eine Betrachtung über die grundlegende Bedeutung der elektrischen Messung sowohl für die Entwicklung des gesamten elektrotechnischen Rüstzeuges selbst als auch für die Ertüchtigung der Arbeitsmaschinen und der Betriebsführung. [R. Bingel, Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 1.] *Sb.*

Verschiedenes.

621. 3. 001. 5 : 53. 001. 5 **Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt im Jahre 1934.** — Die PTR hat im Jahre 1934 einen großzügigen Ausbau ihrer Arbeitsstätten begonnen. Da der zur Verfügung stehende Raum bereits voll ausgenutzt war, mußten ein großes vierstöckiges Lagerhaus mit Dach- und Erdgeschoß von etwa 3550 m² Laboratoriumsfläche und ein Einfamilienhaus gemietet werden. Die Mittel sind von der Deutschen Forschungsgesellschaft zur Verfügung gestellt worden.

Das Hochfrequenzlaboratorium war bisher fast vollständig durch die Entwicklung von Frequenzmeßverfahren und Frequenznormalen (Quarzuhren) in Anspruch genommen. Um für andere Aufgaben Raum zu schaffen, wurden unter der Leitung des bisherigen Vorstehers fünf Laboratorien eingerichtet mit den Aufgaben 1. Zeit- und Frequenzmessung, 2. Strom- und Spannungsmessung, 3. Empfänger- und Röhrenprüfung, 4. Kurzwellentechnik, 5. Materialprüfung. Strommessungen sind bis zu den höchsten Frequenzen bei Strömen hoher Stärke auszudehnen. Frequenzunabhängige Stromnormale sind zu schaffen. Für Kurz- und Ultrakurzwellenempfänger wird ein Prüffeld eingerichtet; die Entwicklung eines Feldstärkenormals ist zu betreiben. Neben Röhrenuntersuchungen ist der Bau von Ultrakurz- und Mikrowellenröhren durchzuführen. Ultrakurzwellensender hoher Leistung sind zu entwickeln und umfangreiche Strahlversuche auszuführen. Verlustwinkel, Dämpfung und Hochfrequenzwiderstände sind zu messen.

Um die akustischen Meßeinrichtungen der PTR wenigstens dem jetzigen Stand der Meßtechnik anzugleichen, wurden neben den schon bestehenden Laboratorien für Ultraschall- und Stimmgabelprüfung drei neue Laboratorien angegliedert: 1. für Schallaufzeichnung, 2. für Schallübertragung, 3. für Geräuschmessung. Zum Leiter wurde M. Grützmacher berufen. Ein akustisches Universalmeßgerät wird die Bestimmung von Frequenzkurven, Richtcharakteristiken und Wirkungsgraden von Mikrophonen, Lautsprechern, Telephonen und Schallplattengeräten ermöglichen. Ferner können Klirrfaktormessungen, Analysen von Klängen und Geräuschen, Reflexions- und Dämpfungsmessungen ausgeführt werden. Ein Hallraum und ein Raum mit Schalldämpfung werden ausgebaut. Geeignete Geräte zur Messung des Verkehrslärms sind zu entwickeln.

Das Röntgenlaboratorium konnte sich bisher fast nur der Entwicklung der Röntgendosimetrie widmen. Es gliedert sich jetzt in je ein Laboratorium für Röntgenphysik, für Dosimetrie und für Röntgentechnik. Die physikalischen Grundlagen der medizinischen Diagnostik sollen systematisch untersucht werden. Besondere Forschungsarbeiten sollen sich mit sehr harten Röntgenstrahlen beschäftigen und die Untersuchung von Werkstoffen und Werkstücken mit Röntgenstrahlen weiterbilden.

Ein Laboratorium für Schmiertechnik soll Prüfverfahren zur Untersuchung der neuen heimischen Schmiermittel und Fette entwickeln. Endlich hat die Reichsgesetzgebung der PTR die Typenprüfung von Rückstrahlern für das gesamte Reich übertragen, wozu ebenfalls ein Laboratorium eingerichtet wurde. [Bericht über die Tätigkeit der PTR im Jahre 1934.] *Br.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

06. 3 **Tag der Deutschen Technik.** — Die 73. Hauptversammlung des VDI vom 6. bis 8. 6. in Breslau, mit der gleichzeitig die T. H. Breslau ihr 25jähriges Bestehen feierte, war diesmal eine Veranstaltung der gesamten deutschen Technik. Die Ministerien, die Wehrmacht, die Partei, Wissenschaft, Handel und Gewerbe usw. waren durch ihre führenden Männer vertreten. Es kam damit voll zum Ausdruck, welche Bedeutung die Technik im neuen Reich in Volk und Staat errungen hat, nachdem durch die nationalsozialistische Gedankenwelt ihr der richtige Einsatz im allgemeinen Wirtschaftsleben des Volkes gewiesen worden war. In den öffentlichen Vortragsreihen am 4. und 5. 6. nachmittags gaben bekannte Männer aus Technik und Wirtschaft der Öffentlichkeit Gesamtüberblicke über die heute alle bewegenden Fragen, wie Rohstoffwirtschaft, Energiewirtschaft, Reichsplanung, Werkführung, Nahrung und Kleidung aus deutscher Erde, Verkehrsentwicklung im

Dienste der Wirtschaft, Wirtschaftsgestaltung, Technik und Kultur. Die gleichen Gebiete wurden für die Fachgenossen in der Arbeitstagung an den Vormittagen der beiden Tage in Fachvorträgen behandelt.

Zu den lebhaftesten Fragen im deutschen Wirtschaftsaufbau gehört immer noch die Energiewirtschaft in ihren verschiedenen Formen, mit der auch ein erheblicher Teil der Rohstoffbewirtschaftung zusammenhängt. So fand der Vortrag von Dr.-Ing. Nübling, Stuttgart, „Gedanken über die zukünftige Energiewirtschaft Deutschlands" aufmerksame Beachtung. Kohle und Öl als heimische Rohstoffe seien heute die Grundträger der deutschen Energiewirtschaft. In der Energiebeschaffung zeigen sich viele neue Wege: Windkraftnutzung, Kupplung von Wasser- und Dampfkräften einerseits und Gas- und Elektrizitätserzeugung anderseits, Speicherung, Hydrierung, Synthese und Schwelung der Braun- bzw. Steinkohle. Die Energieversorgung könne sich heute nicht mehr allein nach energetischen Gesichtspunkten ausrichten; aus den wehr-, wirtschafts-, devisen-, bevölkerungs- und arbeitspolitischen Notwendigkeiten heraus ist vielmehr die bestmögliche Lösung anzustreben. Dipl.-Ing. Lent, Bochum, erörterte die „Zusammenarbeit zwischen öffentlichen und industriellen Energiebetrieben". Um die gegenseitige Strombelieferung von Industriewerken und Elektrizitätswerken mehr zu fördern, sei das Wegerecht elastischer zu gestalten und eine geregelte Zusammenarbeit durch eine gewisse übergeordnete Planung anzustreben.

Unter den verschiedenen Vorträgen zur technischen Verkehrsentwicklung im Dienste der Wirtschaft war in erster Reihe der Vortrag des Reichsverkehrsministers Frhr. v. Eltz-Rübenach, „Kraftquellen der Verkehrsmittel", zu beachten. Bei der Wertung der Kraftquellen (Kohle, Öl, Elektrizität) für Eisenbahn, Seeschiffahrt, Binnenschiffahrt, Kraftfahrt ging der Minister betont von der Rohstofflage aus, da in dieser Weise auch dem Gesichtspunkt der Arbeitsbeschaffung und dem der Landesverteidigung in ziemlich weitgehendem Maße Rechnung getragen wird. Die wirtschaftliche Seite der Frage wird meist überschätzt. So entfielen z. B. bei der Deutschen Reichsbahn im Jahre 1934 bei einer Gesamtausgabe von 3,3 Mrd RM nur 213 Mill RM, d. s. 6,5 %, auf die Ausgabe für Kohle. Auf die derzeitigen verschiedenen Änderungen in der Inanspruchnahme der Kraftquellen bei den verschiedenen Verkehrsmitteln wurde näher eingegangen und die Lösung vom Kohlen-Dampf-Betrieb zur Elektrisierung und zum Triebwagen mit Verbrennungsmotor bei der Reichsbahn besprochen. Wegen der Schwierigkeit der Finanzierung und der Bedenken für die Zukunft des Arbeitsmarktes werde die Elektrisierung nur langsame Fortschritte machen. Anzustreben sei auf alle Fälle, daß die elektrisch betriebenen Bahnen sich mit ihrem Strombezug der allgemeinen Elektrizitätswirtschaft anpassen. — Reichsbahndirektor Dipl.-Ing. Stroebe, Berlin, sprach über „Konstruktive Fragen beim Schnellverkehr der Reichsbahn". Das Programm der Reichsbahn zur Beschleunigung und Verdichtung des Zugverkehrs erforderte einschneidende Maßnahmen im Fahrpark. Vorhandene Zugmittel waren den neuen Verkehrsaufgaben anzupassen, neue zu schaffen. Zu letzteren gehört als neueste elektrische Lokomotive die E 18 mit einer Stundenleistung von 4320 PS. Unter den Triebwagen auf nicht elektrisierbaren Strecken seien nur die zwei- und dreiteiligen Einheiten für 120 km/h mit etwa 800 PS Leistung und die dieselelektrischen Schnelltriebwagen in ähnlicher Bauart wie die des „Fliegenden Hamburgers" für den Einsatz auf wichtigen Durchgangsstrecken erwähnt. Ferner werden dreiteilige Schnelltriebwagen für 160 km/h mit einer eingebauten Maschinenleistung von insgesamt 1200 PS demnächst fertiggestellt sein, die z. T. mit elektrischer, z. T. mit hydraulischer Kraftübertragung versehen sind. Zur „neueren Entwicklung der elektrischen Zugförderung im Rahmen der deutschen Energiewirtschaft" sprach auch Prof. Dr.-Ing. Müller, Berlin. Die elektrische Zugförderung spart Steinkohlen, die besser der Erzeugung hochwertiger chemischer Erzeugnisse zugeführt werden. Die Elektrolokomotive verbrauche für den gleichen Dienst nur etwa halb so viel Wärmeeinheiten wie die Dampflokomotive. Das elektrische Kraftwerk kann auch minderwertigen Brennstoff statt Steinkohle und die Wasserkräfte ausnutzen. Ein weiterer Vorteil ergibt sich für die Elektrolokomotive durch Gewichtsersparnis; sie ist nur halb so schwer wie die Dampflokomotive, da sie Kessel und Vorräte nicht mitschleppen muß. An sich sind bei der Elektrolokomotive Gewichtsersparnisse durch den Einzelachsantrieb, gesteigerte Drehzahl der Motoren, vereinfachte Steuervorrichtung und weitgehende Anwendung des Schweißverfahrens erzielt worden. *Pge.*

AUS LETZTER ZEIT.

Aluminium im Schaltanlagenbau. — Während in Deutschland erst wenige Schaltanlagen mit Aluminium als Leiterwerkstoff ausgerüstet sind und meist nur Niederspannungsanlagen für höhere Ströme, begegnet man dem Aluminium in anderen Ländern schon häufig in Hochspannungsanlagen. Die Zeitschrift „Aluminium" 17 (1935) S. 6 nennt z. B. 21 italienische Anlagen (Stand 1933) mit Spannungen bis 130 kV und Einzelleistungen bis 140 000 kVA, die ganz oder überwiegend Aluminiumleiter enthalten. — In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, daß soeben ein Normblatt DIN 1713 „Aluminiumlegierungen, Einteilung"[1]) erschienen ist, das auch jenen Verbrauchern einen klaren Überblick verschafft, die auf dem Gebiet der Aluminiumlegierngen nicht bewandert sind.

Die „Elektromote", ein Vorläufer des Oberleitungs-Omnibus. — Anknüpfend an die Inbetriebnahme der jüngsten Berliner Obbuslinie[2]) erinnert Bewerunge[3]) an das von Werner Siemens im Jahre 1882 gebaute gleislose Fahrzeug, das in Halensee vorgeführt worden ist (Abb. 1). Die sogenannte Elektromote war ein

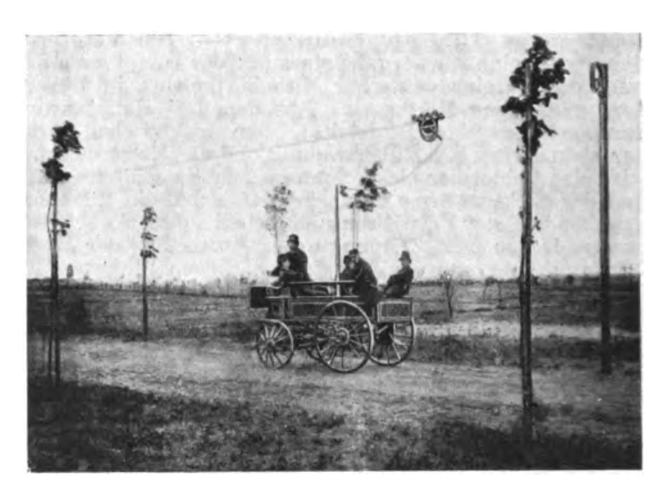


Abb. 1. Das von Werner Siemens 1882 erbaute gleislose Oberleitungsfahrzeug.

mit zwei Motoren zu je 3 PS ausgerüsteter Jagdwagen, der Strom wurde durch einen Kontaktwagen von der Leitung abgenommen. Die Anlage ist, nachdem die Betriebsmöglichkeit erwiesen war, nach wenigen Monaten wieder abgebrochen worden. Erst in jüngster Zeit hat sich der im Ausland inzwischen weitgehend verwendete Obbus auch in Deutschland durchsetzen können, nicht zuletzt unter dem Druck der außenwirtschaftlichen Verhältnisse — und das, obgleich Werner Siemens und Max Schiemann[4]), deutsche Ingenieure, die Pionierarbeit für das gleislose Oberleitungsfahrzeug geleistet haben.

Fernsteueranlage für einen Getreidespeicher. — Die Stettiner Hafenbehörde hat für einen 40 000 t-Getreidespeicher ein Leuchtschaltbild mit selbsttätig arbeitender Fernsteuerung in Auftrag gegeben. Das Leuchtschaltbild ist ein Abbild der Speicheranlage mit allen Fördereinrichtungen. Kleinschalter und Wähler auf dem Leuchtschaltbild dienen zur Fernbetätigung sämtlicher Antriebsmotoren. Mehr als 4000 verschiedene Arbeitswege können derart eingestellt und durch nur 17 Schalter geschaltet werden. Den Betriebszustand zeigen aufleuchtende Teile des Leuchtschaltbildes, zu dem etwa 350 Luftschütze gehören. *ye.*

[1]) Beuth-Verlag, Berlin SW 19, Stückpreis 1 RM.
[2]) ETZ 56 (1935) H. 29, S. 819.
[3]) Bewerunge, Anschluß 6 (1935) S. 287.
[4]) Schiemann starb 1933. Seine Leistungen sind in der ETZ 54 (1933) S. 190 gewürdigt worden.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Aus dem Gau Bergisch-Land.

Am 16. 4. 1935 hielt Obering. Winkler einen Vortrag: „Der elektrische Speicher im Verkehrs- und Transportwesen". Der Vortragende sprach zunächst über die Entwicklung des Akkumulatorfahrzeuges von den ersten, teils falschen Verwendungen bis zu den heutigen wichtigsten Anwendungsgebieten. Anschließend wurden die Eigenschaften des Akkumulatorfahrzeuges ausführlich besprochen und auf seine technischen Vorteile hingewiesen. Es soll hauptsächlich dazu dienen, als Schienenfahrzeug für Verschiebedienst in Industriewerken, im Grubenbetrieb usw. eingesetzt zu werden, während als gleisloses Fahrzeug hauptsächlich Elektrolastwagen für die Bewältigung des Nahverkehrs in großen und mittleren Städten in Frage kommen.

Die wichtigsten Bauformen der Akkumulatorfahrzeuge wurden besprochen und ausführlich ihre Energiewirtschaft behandelt. Von der aufgewandten Energie beim akkumulator-elektrischen Fahrzeug werden rd. 50 % nutzbringend verwertet, während bei Verbrennungskraftfahrzeugen nur etwa 14 % als wirklich ausgenutzte Energie verbleiben. Es wurde darauf hingewiesen, daß nach einem kürzlichen Vortrag von F. Hubrig die Reichspost ermittelt hat, daß das Benzinfahrzeug im Paketzustelldienst ungefähr 40 % teurer ist als das Elektrofahrzeug[1]). Weitere Ausführungen beschäftigten sich insbesondere mit der devisenpolitischen Bedeutung des Akkumulatorfahrzeuges. Ein 2 t-Elektromobil im Paketverkehr der Reichspost erfordert für 100 km rd. 4 Rpf Devisenbedarf, während ein gleich großes Dieselfahrzeug ungefähr 75 Rpf je 100 km, also fast den 20fachen Devisenbedarf benötigt.

Am 23. V. hielt Dipl.-Ing. Heilmann, Frankfurt a. M., einen Vortrag über „Neue Anschauungen über Kontakte". Nach einem Hinweis auf die wichtigste Aufgabe der elektrischen Kontakte, Strom zu führen, wurden die verschiedenen Arten von lösbaren Stromverbindungen und die verschiedensten Anwendungsgebiete der einzelnen Kontaktarten besonders bei elektrischen Schaltgeräten besprochen. Es wurde gezeigt, daß die bisher im Schaltgerätebau gebräuchlichsten Kontaktformen (Messerkontakte und Bürstenkontakte) in der Praxis nicht befriedigen können. Die Feststellung, daß bei diesen alten Kontaktformen der spezifische Druck nicht so groß war, um das Wachsen der Oxydationsschicht und des Übergangswiderstandes zu verhindern, führte zwangsläufig zu dem Kleinflächen- oder Punktkontakt. Der spezifische Druck der metallischen Berührungsstellen wurde dabei so groß gewählt, daß die wachsende Oxydationsschicht den Kontakt nicht abheben kann und darüber hinaus eine vorhandene Schicht mit Sicherheit durchgedrückt wird. Zum Schlusse wurde an Hand von Lichtbildern ausgeführter Schaltgeräte eine Reihe von Konstruktionsbeispielen dieser neuen Kontakte näher erläutert.

Aus dem Gau Oberschlesien.

Über „Die neuzeitliche Fernsprechtechnik unter besonderer Berücksichtigung des Luftschutzes" sprach Obering. Gust, Berlin. Ausgehend von dem einfachen Gerät des deutschen Physikers Reis (1861) zeichnete er den Entwicklungsgang der Geräte und Schaltungen bis zu den neuesten Modellen der Fernsprechtechnik auf. Die ersten Systeme, Zentralen mit Handbedienung, wurden bald von den vollkommen selbsttätigen Ämtern verdrängt. Bald war es erforderlich, für Betriebe der verschiedensten Größe Vermittlungssysteme zu schaffen, die außer den Aufgaben einer Postzentrale noch anderweitige Funktionen übernehmen konnten. Wieweit die Bauelemente der Selbstanschlußtechnik für Einrichtungen anderer Art verwendet werden können, bewiesen die Erläuterungen über die für den Gas- und Luftschutz geschaffenen Melde- und Warneinrichtungen. Besondere Bedeutung kommt hier der Ausrüstung der Betriebe mit geeigneten Ausweich- und Luftschutzzentralen, der Verwertung der vorhandenen Netze für die Alarmierung der Belegschaft und schließlich der Gestaltung der Alarmeinrichtungen selbst zu.

Aus dem Gau Saar.

Über „Die elektrischen Einrichtungen in Aufbereitungen und Kokereien" sprach Obering. Geller, Berlin. In den Übertageanlagen können drei kennzeichnende Typen von Antrieben unterschieden werden:

1. Antriebe mit großen Einzelleistungen, die in geringer Anzahl nur auf jeder Zeche vorhanden sind, und zwar Fördermaschinen, Haspel, Hauptschachtlüfter, Kompressoren usw., wobei stets Einzelantrieb anzuwenden ist.
2. Antriebe in Aufbereitungen, die kleine Einzelleistungen erfordern und von denen eine große Anzahl zusammengedrängt in mehr oder weniger weiträumigen Gebäuden vorhanden ist.

Während früher mit den Transmissionen ein Gruppenantrieb vorhanden war, wird jetzt im weitesten Maße Einzelantrieb mit Kurzschlußmotoren für unmittelbares Einschalten angewendet. Die wirtschaftlichen Vorteile gegenüber dem Transmissionsantrieb wurden erläutert und Beispiele richtiger und wirtschaftlich fehlerhafter Antriebe angeführt. Die Kenntnis des genauen Kraftbedarfes und der Eigenheiten bei Anlauf einer jeden Arbeitsmaschine ist für die zweckmäßige Wahl des Antriebsmotors natürlich notwendig.

Die Schaltgeräte für den Motor, die Fernsteuerungen usw. wurden eingehend behandelt.

3. Antriebe in Kokereien für aussetzenden Betrieb (Koksausdrückmaschinen). Hierbei hat der Asynchron- oder Kollektormotor ein weites Anwendungsgebiet. Die Verwendungsmöglichkeit des Kurzschlußmotors ist nur unter besonderer Berücksichtigung der Anlaufverhältnisse möglich.

Über die neuesten Fortschritte in der Hochspannungskabeltechnik berichtete H. Brauns, Köln-Mülheim, am 26. 4. d. J. Ausgehend von dem Aufbau der genormten Papierbleikabel wurden die elektrischen Eigenschaften, insbesondere der Zusammenhang zwischen den dielektrischen Verlusten und dem Verlauf der Zeitdurchschlagskurve klargelegt. Die Bildung von Hohlräumen, die in gewissem Umfang in den normalen Kabeln durch die betriebsmäßigen Temperaturschwankungen nicht zu vermeiden ist, ist Ursache für das Absinken der Zeitdurchschlagskurve von 50 kV/mm bei kurzen Zeiten bis auf 16 kV/mm bei einer Beanspruchungsdauer von 100 bis 150 h. In neuerer Zeit sind zwei Kabelsysteme in die Praxis eingeführt worden, bei denen diese Hohlraumbildung grundsätzlich vermieden wird. Beim Ölkabel wird durch Einbau von Längskanälen innerhalb des Kabels, in denen dünnflüssiges Öl strömen kann, in Verbindung mit Ausgleichsgefäßen die Ölfüllung aufrecht erhalten. In der technischen Ausführung ist der Verteilung der Ausgleichsgefäße, der Unterteilung der Strecke besonders in gebirgiger Gegend und der Druckfestigkeit und Dichtigkeit der

[1]) ETZ 56 (1935) H. 22, S. 612.

Bleimäntel besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Beim Druckkabel wird die Hohlraumbildung dadurch vermieden, daß die Kabelisolation von außen her über den zweckmäßigeren unrund gehaltenen Bleimantel unter Druck gesetzt wird, indem das Kabel in ein Stahlrohr eingezogen wird, das dann mit Stickstoff von 15 atü gefüllt wird. Die Dauerdurchschlagfestigkeit der Isolation ist bei beiden Kabelarten durch die Beseitigung der Hohlräume von 16 kV/mm auf 35 bis 40 kV/mm erhöht worden, und gleichzeitig kann die Betriebsstromstärke bei gleichem Leiterquerschnitt um 50 % gesteigert werden. Durch Einführung dieser Kabelarten ist die Verkabelung von Hochspannungsleitungen bis zu Spannungen von 220 kV möglich, ja sogar wirtschaftlich geworden.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Fr. Natalis †.

Am 9. 7. 1935 erlag Dr.-Ing. Friedrich Natalis im 72. Lebensjahre einem schweren Leiden. Natalis wurde 1864 in Braunschweig geboren, dort besuchte er auch das Gymnasium und studierte in der Fakultät für Maschinenbau an der Technischen Hochschule. Die Vorprüfung und die Hauptprüfung zum Regierungsbauführer bestand er



Fr. Natalis †.

beide mit Auszeichnung. Außerdem wurden ihm während seiner Studienzeit von 1885 bis 1889 zahlreiche Anerkennungen, u. a. das Gauß-Stipendium, für hervorragende Leistungen zuteil. 1890 trat er in das Bahnbüro von Siemens & Halske ein, kehrte aber bereits im nächsten Jahr in seine Heimatstadt zurück, wo er bei der Signalbauanstalt Max Jüdel & Co. im Konstruktionsbüro bis zum Jahre 1897 arbeitete. Von 1897 bis 1903 war er in verschiedenen Abteilungen der Elektricitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert & Co. in Nürnberg tätig, und zwar zunächst wieder im Bahnbüro. Hier gelang ihm im Jahre 1898 die Erfindung und Durchführung einer neuen selbsttätigen Blocksicherungsanlage für die Schwebebahn Elberfeld—Barmen. Ein Jahr lang war er dann Vorstand des Schuckertschen literarischen Büros. Dort entwickelte sich wohl seine von ihm selbst allerdings immer bestrittene literarische Fähigkeit, die er in einem umfangreichen Schrifttum bewiesen hat. 1899 übernahm er das Regulatorenbüro bei Schuckert und konstruierte dort noch im gleichen Jahre die ersten Schalter mit elektrischer Freiauslösung, damals „Starkstrom-Hebelschalter" genannt. 1901 schuf er die ersten Steuerschalter mit Kupfer-Kohle-Kontakten und Funkenbläser, die unter außerordentlich schwierigen Betriebsverhältnissen an den ersten elektrisch angetriebenen Rollgängen im Peiner Walzwerk sich hervorragend bewährten.

Als 1903 die Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert & Co. sich mit den Starkstromabteilungen von Siemens & Halske zu den heutigen Siemens-Schuckertwerken verband, trat er als Vorstand des Büros für Kraftübertragungsapparate mit nach Charlottenburg über. Unter den zahlreichen aus dieser Zeit von ihm stammenden Konstruktionen seien nur erwähnt: Heißwasseranlasser und Schlupfwiderstände für große Drehstrommotoren und der Schnellregler mit Sinus-Einstellung zur Verteilung der wattlosen Last. 1907 bestand er das Diplomexamen, das er brauchte, um noch im gleichen Jahre, wieder mit Auszeichnung, zum Dr.-Ing. zu promovieren. 1912 wurde er Vorstand sämtlicher technischen Abteilungen, Prüf- und Versuchsfelder des Charlottenburger Werks der Siemens-Schuckertwerke. 1915 bis 1916 nahm er, damals 51jährig, als Kompagnieführer an der Front am Weltkriege teil, wo er zeitweise zur Einführung elektrischer Maschinen und Bohrmaschinen abkommandiert war. Von 1917 bis zum Kriegsende leitete er den Flugzeugbau in Siemensstadt und kehrte dann 1918 wieder auf seinen Posten im Charlottenburger Werk zurück, den er bis zum Jahre 1928 innehatte. Dann übernahm er die Leitung des Siemens-Archivs, in welcher Eigenschaft er bis zu seinem Tode sein reiches Wissen in den Dienst technisch-geschichtlicher Studien stellte.

Die zahlreichen Veröffentlichungen des Verstorbenen in der Fachliteratur behandelten rein mathematische, technisch-wissenschaftliche und technisch-geschichtliche Gegenstände. Seine letzte größere wissenschaftliche Arbeit, die er als Leiter des Siemens-Archivs verfaßte, war eine aufschlußreiche Studie über Untersuchungen an der ersten Dynamomaschine von Werner Siemens im Lichte neuzeitlicher Meßtechnik.

In dem Wissen und Können des Verstorbenen vereinigten sich in selten glücklicher Weise die Fähigkeiten, die physikalischen Grundbedingungen schwieriger technischer Probleme klar zu erfassen und sie durch scharfsinnige Rechnungsverfahren und geschickte konstruktive Durchbildung in die Praxis zu übersetzen. Eine ungewöhnlich große Zahl von Patenten zeugt von seiner regen Erfindertätigkeit. Durch sein erfolgreiches Schaffen und durch eifrige Mitwirkung an einer großen Zahl von technischen Ausschüssen ist Natalis in weitesten Fachkreisen eine bekannte und anerkannte Persönlichkeit gewesen. Mit besonderer Befriedigung hat er sich den Aufgaben gewidmet, die ihm aus den Beziehungen des Hauses Siemens zum Deutschen Museum erwuchsen. Natalis zählte zu den verdienstvollen Senioren des Elektrotechnischen Vereins, dem er 44 Jahre lang angehörte. Namentlich in dem geschichtlichen Arbeitsausschuß des Vereins war er eines der unermüdlichsten und gründlichsten Mitglieder. Mit nie rastendem Fleiß schaffte er das geschichtliche Material herbei. Bis in die letzten Monate hinein hat er aus großer Liebe zur Sache nicht geruht, ehe eine strittige Frage bis auf den Grund geklärt war.

Natalis war Inhaber des Eisernen Kreuzes I. und II. Klasse und der Braunschweigischen Rettungsmedaille am Bande. Seine Pflichttreue hat ihn auch noch in den letzten Jahren seines schweren Leidens bis zum Erlöschen seiner Kräfte aufrechterhalten. Die stete Hilfsbereitschaft des Verstorbenen und sein lauteres, vornehmes und bescheidenes Wesen haben ihm überall Freunde erworben.

C. A. Schaefer.

Ein langjähriger Mitarbeiter im VDE, Ingenieur C. A. Schaefer in Hannover, der seit 1898, also 37 Jahre lang, das Amt des Kassenwartes in der früheren Elektrotechnischen Gesellschaft Hannover (jetzt VDE Gau Niedersachsen) verwaltete, ist aus dem Vorstand dieses Gaues ausgeschieden, um jüngeren Kräften Platz zu machen.

C. A. Schaefer begann seine elektrotechnische Laufbahn als Mitarbeiter des Altmeisters der deutschen Elektrotechnik Oskar v. Miller. Später errichtete er in Hannover ein eigenes kleines Elektrizitätswerk, eine sogenannte Blockzentrale, die nach einigen Jahren von der Stadt aufgekauft und stillgelegt wurde. Er übernahm dann Vertretungen und gründete ferner eine Fabrik von Armaturen, insbesondere für die Straßenbeleuchtung, aus der sich die heutige Hellux AG. entwickelte. Die stetige Vergrößerung sowohl dieser Firma als auch des später ebenfalls in eine Aktiengesellschaft umgewandelten Vertretergeschäftes, der heutigen C. A. Schaefer AG., ließ



die auf seinen Schultern ruhende Last von Jahr zu Jahr anwachsen. Trotzdem fand er immer noch Zeit für seine Tätigkeit als Kassenwart der Elektrotechnischen Gesellschaft Hannover und als Ausschußmitglied des VDE. Die Elektrotechnische Gesellschaft Hannover hat ihn in Anerkennung dieser seiner Verdienste im Jahre 1922 zu ihrem Ehrenmitglied ernannt. Der VDE Gau Niedersachsen bedauert sein Ausscheiden lebhaft und wird ihm für seine treue Mitarbeit stets dankbar bleiben.

BRIEFE AN DIE ETZ.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Wissenschaftlichen Leitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Bemessung und Einrichtung elektrischer Anlagen in Wohnhausvierteln unter Berücksichtigung des elektrischen Kochens.

1. Unter obigem Titel hat Fr. MÖRTZSCH in der ETZ 52 (1931) S. 961 ein Nomogramm veröffentlicht zur Bestimmung des Querschnittes der Steigeleitung in Häusern, deren Haushaltungen mit elektrischen Herden ausgerüstet sind. Bei diesem Nomogramm war zu beachten, daß je zwei mit elektrischen Herden ausgerüstete Wohnungen in einem Stockwerk von 3,20 m Höhe liegen und daß der Spannungsabfall 1 % nicht überschreitet. — Ich veröffentliche anschließend ein Nomogramm, welches bei 1 bis 40 Stück Herden und bei 5 bis 200 m langen Steigeleitungen und bei 0,5 bis 10 % Spannungsabfall anwendbar ist[1]).

Die Kurven von MÖRTZSCH, welche einen Zusammenhang zwischen der Gesamtbelastung und der Zahl der Haushaltungen geben, haben wir durch Parabeln ersetzt, deren Gleichung

$$W^2 = C_x n \quad (1)$$

lautet, worin W die Gesamtbelastung in kW, n die Zahl der Haushaltungen, $C_x = f(w)$ eine von dem Anschlußwert w des Herdes abhängige Konstante ist.

Die Skalen *1, 2, 3* der Abb. 1 entsprechen der Gl. (1).

Zur Bestimmung des Querschnittes der Steigeleitung dienen die folgenden Gleichungen:

$$q = \frac{W l \cdot 10^5}{57 p U^2} \quad (2a)$$

bei Drehstrom,

$$q = \frac{W \cdot 2 l \cdot 10^5}{57 p U^2} \quad (2b)$$

bei Gleichstrom und bei Einphasen-Wechselstrom.

Abb. 1. Nomogramm zur Berechnung von Steigeleitungen in Häusern mit elektrischen Herden.

Hierbei ist

- q Querschnitt der Steigeleitung in mm²,
- W Gesamtbelastung in kW,
- l Entfernung des Schwerpunktes der Gesamtbelastung von dem Anschluß m,
- p Spannungsabfall in %,
- U Netzspannung (bei Drehstrom die Linienspannung) in Volt.

Durch Logarithmieren erhalten wir

$$\lg q = \lg (10^5 W) + \lg l - \lg (57 p) - \lg U^2 \quad (3a)$$

$$\lg q = \lg (10^5 W) + \lg 2 l - \lg (57 p) - \lg U^2 \quad (3b)$$

Setzen wir

$$u = \lg (10^5 W) - \lg U^2 \quad (4)$$

$$v' = \lg l + u \quad (5a)$$

bei Drehstrom,

$$v'' = \lg 2 l + u \quad (5b)$$

bei Gleichstrom und Einphasen-Wechselstrom,

so folgt die einfachere Form:

$$\lg q = v - \lg (57 p) \quad (6)$$

wo $v = v'$ oder v''.

Die Gl. (4) bis (6) entsprechen den Skalen *4* bis *9* des Nomogramms.

Im ersten Beispiel der Abbildung ist $n = 18$, $w = 5$ kW; daraus ergibt sich die in Betracht kommende Gesamtbelastung 25 kW, $U = 190$ V, $l = 20$ m, $p = 3$ % und der gesuchte Querschnitt bei Drehstrom $q = 10$ mm².

Im zweiten Beispiel ist die Gesamtbelastung mit $W = 20$ kW gegeben, $U = 380$ V Drehstrom, $l = 90$ m, $q = 16$ mm²; der gesuchte Spannungsabfall ist 1,35 %.

Budapest, 2. 4. 1935. Julius Bogdan.

[1]) Näheres hierüber: B. Steinfeld, Elektrotechnika 1932, H. 10.

LITERATUR.

Besprechungen.

Auer von Welsbach. Von Ing. Dr. F. Sedlacek. H. 2 der „Blätter für Geschichte der Technik", Schriftleitung Dr.-Ing. L. Erhard. Herausg. v. Österr. Forschungsinst. f. Geschichte d. Technik in Wien. Mit 30 Textabb., VIII u. 85 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Wien 1934. Preis geh. 3,60 RM.

Das zweite Heft der Blätter für die Geschichte der Technik ist der Lebensarbeit des großen österreichischen Naturforschers Carl Auer von Welsbach gewidmet.

Der Verfasser hat mit anerkennenswerter Gründlichkeit alles zusammengetragen, was über die Vorfahren Auers, seinen Lebensweg und seine wichtigsten Forschungen und Erfindungen festzustellen war. Zu diesen sind zu rechnen:

1. die umfassende Erforschung der seltenen Erden,
2. das Inkandeszenzprinzip und das Glühlicht,
3. die erste Metallfadenlampe (Osmiumlampe),
4. das Cereisen als funkengebendes Metall.

Mit hervorragender Sachkenntnis ist auch für jede dieser Erfindungen der damalige Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis festgestellt, so daß man sich ein klares Bild über den Wert des Fortschritts machen kann.

Die Schrift ist ein einwandfreies geschichtliches Dokument über die gesamten Auerschen Arbeiten.

Auer gelang es, die seltenen Erden, die meist ein Gemisch verschiedener Gruppen bilden, in ihre einzelnen Bestandteile zu zerlegen. 1885 meldete er sein erstes Patent auf Inkandeszens- oder Gasglühlicht an, wobei auf das Eigenleuchten der Flamme verzichtet und diese nur dazu benutzt wird, den aus feuerfesten Oxyden bestehenden Glühkörper auf Weißglut zu erhitzen. Dieser Glühkörper besteht im wesentlichen aus einem Aschenskelett. Die ersten Glühstrümpfe waren mit Lanthan-Zirkon imprägniert, die späteren, wesentlich haltbareren, mit Thoroxyd und Cer. Die Leuchtkörper wurden weiterhin durch die Einführung der Ramiefaser an Stelle von Baumwolle verbessert. Weitere Fortentwicklungen waren das hängende Gasglühlicht, die Preßgasbeleuchtung und das Niederdruck-Starklicht mit Lichtstärken bis zu mehreren tausend Kerzen.

Um 1890 wandte sich Auer von Welsbach einem neuen Gebiet zu, der Verbesserung der Glühlampe, des natür-

lichen Wettbewerbers seines Gasglühlichtes. Nach einigen Versuchen mit Glühstäbchen aus feuerfesten Oxyden ging er zielbewußt auf die Verwendung von Leuchtkörpern aus dem schwerschmelzbaren Osmium über. Da dieses Metall aber zum Ziehen von dünnen Drähten zu spröde war, erfand Auer das sogenannte Pasteverfahren, bei dem amorphes, zu Pulver verriebenes Osmium unter Zusatz organischer Bindemittel zu einer Paste geknetet und durch eine feine Düse unter hohem Druck zum Faden gepreßt und unter Luftabschluß geglüht, d. h. formiert wird. Durch die mit solchen Osmiumdrähten ausgerüsteten Glühlampen wurde der Stromverbrauch je Hefnerkerze mit einem Schlage von 3,5 W (bei Kohlenfadenlampen) auf 1,5 W herabgesetzt. Nachdem die Kohlenfadenlampe kaum mehr verbesserungsfähig war, ist es daher Auers besonderes Verdienst, als erster eine brauchbare Metallfadenlampe geschaffen und den Weg für weitere Verbesserungen auf diesem Gebiete freigemacht zu haben.

Bei der Erfindung des Cereisens, des funkengebenden Auermetalls, wirkten zwei Momente fördernd, erstens der Wunsch, die aus der Monazitsandverarbeitung anfallenden Cer-haltigen Berge nutzbringend zu verwenden, und zweitens, einen Mangel des Gasglühlichtes, die erforderliche Zündung der Gasflammen, durch Schaffung eines Zündgerätes zu beheben.

Die Herstellung eines haltbaren Cermetalls und geeigneter Cer-Eisen-Legierungen durch Auer und seinen Mitarbeiter Fattinger führten zu einer umfangreichen Herstellung dieses funkengebenden Metalls und zu seiner Verbreitung über die ganze Welt.

Wegen seiner großen Erfahrungen bei der schwierigen chemischen Trennung kleiner Stoffmengen aus großen Rohstoffmengen wurde Auer von Welsbach von der Wiener Akademie der Wissenschaften der ehrenvolle Auftrag erteilt, aus 10 t Pechrückständen der Urangewinnung von Joachimsthal das Radium abzuscheiden. Die Präparate von Ionium, Polonium und Actinium, die Auer daraus herstellte, haben der Wissenschaft wertvolle Dienste geleistet.

Die Darstellung der Lebensarbeit von Auer von Welsbach durch Dr. Franz Sedlacek, von der hier nur einige wichtige Abschnitte auszugsweise wiedergegeben sind, ist für Chemiker, Physiker, Elektrotechniker und Gasfachmänner von gleichem Interesse. Die Schrift wird eingeleitet durch ein Vorwort von Dr. L. Ehrhard, der besonders über die Gründung und Beteiligung der Dr. Carl Auer-Welsbach-Gedächtnisstiftung berichtet, die auch die Herausgabe der vorliegenden Schrift veranlaßt hat, und beschlossen mit einer Darstellung über Auers Persönlichkeit, seinen Lebensabend und seinen Tod.

Nur in einem Punkte ist eine Berichtigung der Sedlacekschen Darstellung geboten:

Er erwähnt auf S. 44 unter den Vorgängern der Edisonschen Kohlenfadenlampe diejenige des Deutschamerikaners Heinrich Goebel und gibt als Entstehungsjahr das Jahr 1846 an, während es richtiger 1854 heißen muß. Er schreibt dann weiter:

„Daß diese Lampen tatsächlich aus so früher Zeit stammen, ist jedoch nicht unwidersprochen geblieben. Während man auf der einen Seite in Goebel den eigentlichen Erfinder der Kohlefadenlampe sieht, vermutet Anton Lederer in den Goebelschen Lampen eine viel spätere bedeutungslose Konstruktion, die von dem einen der Prozeßgegner zu einem Patentumgehungsmanöver ausgenutzt wurde. Der Fall Goebel muß wohl als eine bisher noch nicht geklärte Streitfrage betrachtet werden."

Diesen die Goebelsche Erfindung herabsetzenden Worten muß entschieden widersprochen werden.

Durch die dankenswerten Nachforschungen des inzwischen verstorbenen Prof. Beckmann ist einwandfrei nachgewiesen, daß Goebel bereits 25 Jahre vor Edison Glühlampen mit verkohlter Bambusfaser im Vakuum hergestellt und öffentlich vorgeführt hat. Der Nachweis wurde erbracht durch die gedruckten Zeugenaussagen in einem Prozeß zwischen der General Electric Company und der Beacon Vacuum Pump and Electrical Company, Boston. Über diesen Prozeß sowie über den Lebensgang von Heinrich Goebel hat Prof. Beckmann in einem Aufsatz in der ETZ 44 (1923) S. 1031 ausführlich berichtet. Weiterhin hat die Elektrotechnische Gesellschaft Hannover am 14. 9. 1929 in Springe, dem Geburtsort von Heinrich Goebel, eine Feier veranstaltet und an seinem Geburtshause eine von ihr und dem Verband Deutscher Elektrotechniker gewidmete bronzene Gedenktafel enthüllt, an der eine elektrische Glühlampe angebracht wurde, die seitdem zur Erinnerung an Goebel Tag und Nacht leuchtet. Eine ausführliche Beschreibung dieser Gedenkfeier findet sich in der ETZ 50 (1929) S. 1349 und eine Darstellung der Plakette auf S. 1492 des gleichen Jahrganges.

Es ist anzunehmen, daß Herrn Dr. Sedlacek diese Tatsachen nicht bekannt gewesen sind, da er andernfalls in gleich sachlicher Weise darüber berichtet haben würde wie über die anderen Vorgänger Auerscher Erfindungen.

Fr. Natalis †.

Kurzwellen. Empfänger und Sender. Von Ing. B. Spielmann. Mit 60 Abb. u. 45 S. in 8⁰. Meyer's techn. Verlags-Buchhandlung. Bodenbach—Berlin 1934. Preis kart. 3,60 RM.

Ein anspruchsloses Büchlein, das den „Rundfunkbastler" zum „Kurzwellenamateur" machen will. Es bringt zunächst Morseübungsgeräte, dann Kurzwellen-Vorsatzgeräte für normale Rundfunkempfänger, das Kurzwellen-Audion und ganze KW-Empfänger bis zu drei Röhren, mit Schaltplan, Stückliste und Hinweisen für den Selbstbau. Daran schließt sich die Besprechung des Baues von KW-Sendern mit Schaltbildern und Photos ausgeführter Geräte für Telegraphie und Telephonie sowie einiger Hilfsgeräte, wie Wellenmesser, Tonprüfer und Stromquellen. Den Schluß bilden Tabellen mit KW-Stationen und Verkehrszeichen.

Das Büchlein vermeidet jede Theorie und wendet sich daher nur an den wissenschaftlich unbelasteten Funkfreund, der darin kurz und klar alles Wissenswerte findet; die Bilder sind i. a. recht klar, sie dürften sich noch mehr an die Normen anschließen, die Sprache ist einfach und verständlich, nur sollte sich der Verfasser die greulichen Satzbildungen, wie „und stellt dieselbe......" abgewöhnen. Bei der Besprechung der Starkstromnetzanschlüsse wäre ein Hinweis auf die VDE-Vorschriften angebracht.

Karl Mühlbrett.

Führer durch die Technische Mechanik. Eine neuartige Übersicht über ihre Grundlagen, Methoden u. Ergebnisse f. Studium u. Praxis. Von Dr.-Ing. H. Müller. Mit 166 Textabb., VIII u. 118 S. in gr. 8⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1935. Preis geh. 8,50 RM.

Das Buch ist weder eine Formelsammlung noch ein Schulbuch im landläufigen Sinne. Die überall gegebenen knappen Begründungen, die verknüpfenden Hinweise heben es über den Rang einer Formelsammlung weit hinaus: man könnte bei aufmerksamer Durcharbeitung sogar Mechanik danach lernen. Dies Ziel strebt der Verfasser aber nicht an; er setzt voraus, daß der Leser Mechanik schon genügend getrieben hat, um nun die Aufnahmefähigkeit für eine knappe aber übersichtliche Darstellung des Gesamtgebietes zu haben. Dies Ziel kann anerkannt werden.

Praktisch ist das Werkchen natürlich auch zur Examensvorbereitung oder zum Nachschlagen (Sachverzeichnis ist vorhanden) gut verwendbar.

W. Hort.

Eingegangene Doktordissertationen.

Ladislaus Kozma, Schaltungen zur Bestimmung kleiner Kapazitätsänderungen. (Mit besond. Berücks. d. Kondensatormikrophons.) T. H. Karsruhe 1934.

Willy Lepper, Oberwellenbeseitigung bei der Gleichstrommaschine. T. H. Aachen 1935.

Lothar Mirow, Nutzbremsung bei Einphasen-Wechselstrom-Bahnen. T. H. Hannover 1935.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 2. August 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.



Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | **Berlin, 15. August 1935** | **Heft 33**

Der Drehstrom-Doppelfeldmotor für doppelsynchrone Drehzahl.

(Mitteilung aus dem Elektrotechnischen Versuchsfeld der T. H. Berlin.)

II. Teil: Vergleich theoretischer Ergebnisse mit Versuchswerten sowie Anlaßverfahren*).

Von Dr.-Ing. **Helmut Steudel**, Altöls, Kreis Bunzlau.

621. 313. 323

Übersicht. Während über die Theorie der Doppelfeldmaschine und die Herleitung ihrer Kreisdiagramme verschiedene Arbeiten bestehen, ist über praktische Messungen an einer ausgeführten Maschine bisher nichts bekannt. Diese Messungen sind aber besonders deshalb erwünscht, weil durch sie die Pendelneigung der Maschinen nachgeprüft werden kann. Eine einfache Theorie zur Feststellung der auftretenden Stabilitätsverhältnisse ist dazu auch erforderlich. Neben der Pendelneigung stand bisher das Fehlen eines geeigneten Anlaßverfahrens der praktischen Einführung des Doppelfeldmotors entgegen.

1. Betriebsdiagramm und Betriebskurven.

Das im ersten Teil hergeleitete Orts- und Zeitdiagramm für die verlust- und streuungslose Doppelfeldmaschine (Abb. 1 c und Abb. 2) soll jetzt auf die wirkliche, mit Widerstand und Streuung behaftete Maschine erweitert werden, wobei Eisen- und Reibungsverluste zunächst unberücksichtigt bleiben.

Vorausgesetzt wird Bausymmetrie[13]), d. h. elektrisch-magnetische Gleichwertigkeit von Ständer und Läufer und ein konstanter Wert für den Scheinwiderstand der Magnetisierung (Vernachlässigung der Sättigung). Folgende Bezeichnungen werden eingeführt:

- r Wirkwiderstand,
- x Blindwiderstand,
- $z = \sqrt{r^2 + x^2}$ Scheinwiderstand,
- x_μ induktiver Ersatzwiderstand für die Magnetisierung des Luftspaltfeldes,
- w Windungszahl.

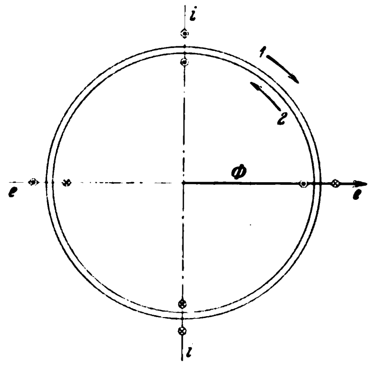


Abb. 6 a.

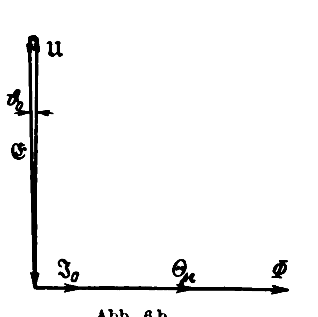


Abb. 6 b.

Die vorstehenden Größen beziehen sich auf jeweils einen Strang und einen Maschinenteil.

- N_A Aufnahme eines Maschinenteiles,
- N_i innere Leistung eines Maschinenteiles,
- α räumlicher Verschiebungswinkel der Durchflutungsachsen im Ständer und Läufer gegeneinander,
- ϑ Winkel zwischen $\mathfrak{U}$ und $\mathfrak{E}$ (halber Lastwinkel),
- $\lambda = \operatorname{arc\,tg} x/r$ Winkel im Spannungsabfall-Dreieck.

Es ergeben sich die in Abb. 6 c und d dargestellten Verhältnisse. Bemerkenswert ist zunächst beim zeitlichen Diagramm, daß infolge des Spannungsabfalldreiecks die induzierte Spannung E und die Netzspannung U nicht mehr genau in Gegenphase liegen, sondern um den Winkel ϑ gegeneinander verdreht sind. Es ist klar, daß diese Verdrehung vom Strom und damit vom Belastungszustand der Maschine abhängig ist. Diesem zeitlichen Phasenunterschied entspricht auch eine räumliche Verdrehung, wie folgende Überlegung zeigt.

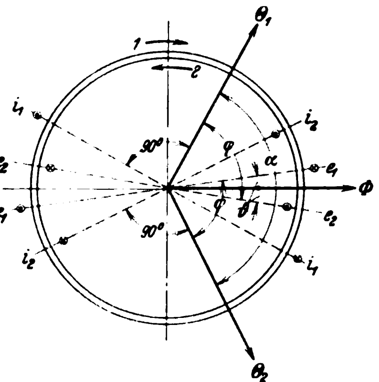


Abb. 6 c.

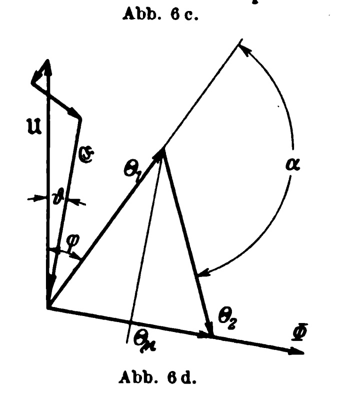


Abb. 6 d.

Im Leerlauf ist infolge der Kleinheit des Leerlaufstromes auch das Spannungsabfalldreieck so klein, daß es vernachlässigt wurde. Es fallen also die Scheitelwerte von induzierter Spannung und Netzspannung praktisch zusammen, und es entstehen die Diagramme Abb. 6 a und b. Die Wicklungsebene e-e, in der der Höchstwert der Spannung induziert wird, liegt in der Flußrichtung. Die beiden in Richtung e-e liegenden Läufer- und Ständerwindungen stehen unter der Wirkung des Höchstwertes der induzierten Spannung sowie der Netzspannung, da diese zeitlich zusammenfallen.

Es sollen jetzt die Zustände verglichen werden, die vor und nach dem Aufgeben einer Last herrschen, wobei der Fluß wieder als stillstehend, also die beiden Maschinenteile in entgegengesetztem Sinne synchron umlaufend angenommen werden. Denkt man sich als Beobachter beispielsweise in der gekennzeichneten Ständerwindung mit umlaufend, so wird bei Leerlauf immer der Höchstwert von Netzspannung und induzierter Spannung dann auftreten, wenn die Linie e-e, d. h. die Flußachse, gequert wird. Nach Heraufgeben der Belastung tritt nun der Höchstwert der Netzspannung

*) I. Teil: ETZ 56 (1935) H. 32, S. 885.

13) Dieser Ausdruck wurde erstmalig von Messing benutzt, vgl. Fußnote 15.



schon dann auf, wenn die gekennzeichnete Windung sich noch in der Lage e_1-e_1 befindet (Abb. 6c), also noch um den Winkel ϑ von der Flußlage entfernt ist. Da das Auftreten des Netzspannungs-Höchstwertes fest an den Synchronismus gebunden ist, hat die betrachtete Windung und damit der ganze Ständer eine „Verspätung" von einem dem Winkel ϑ entsprechenden Betrage, die ihre Ursache im Heraufbringen der Belastung hat. Ebenso ist die betreffende Läuferspule zur Zeit des Netzspannungs-Höchstwertes noch um den Winkel ϑ von der Flußlage entfernt (Stellung e_2-e_2).

In der Betrachtungsweise des feststehenden Ständers ergibt sich danach, daß der Läufer durch Heraufgeben der Last um den Winkel 2ϑ gegenüber einer doppelsynchron umlaufenden Zeitmarke zurückgeblieben ist. Damit ist der Lastwinkel der Doppelfeldmaschine gefunden; er setzt sich zusammen aus dem Nacheilwinkel ϑ zwischen Ständer und Fluß und dem Nacheilwinkel ϑ zwischen Fluß und Läufer. Der Lastwinkel zähle positiv bei Generatorbetrieb und negativ bei Motorbetrieb.

Im Gegensatz zur Entstehung dieses Lastwinkels hat die Verschiebung α der Durchflutungen, wie sie schon bei der ideellen Doppelfeldmaschine auftritt (Abb. 1b), ihre Ursache in der Phasenänderung des Stromes. Sie kann auftreten, ohne daß der Läufer irgendwie in seinem Lauf beeinflußt zu sein braucht. Der Winkel α darf also nicht mit dem Lastwinkel 2ϑ verwechselt werden. Während ältere Arbeiten zwischen Durchflutungswinkel und Lastwinkel keine klare Trennung machen, geht erstmalig aus der Behandlung von Tscherdanzev[14]) hervor, daß zwar der Verschiebungswinkel der Durchflutungen beim Motorbetrieb bis annähernd 180° wachsen kann, daß aber der Lastwinkel beträchtlich kleiner bleibt.

Beide Winkel sind von der Belastung eindeutig abhängig, so daß man anderseits die bestimmte Belastung durch den einen oder anderen kennzeichnen kann. Bei der Aufstellung der Ortskurven für Strom und induzierte Spannung unter Voraussetzung konstanter Netzspannung empfiehlt es sich, die Abhängigkeit vom Verschiebungswinkel α der Durchflutungen zu wählen. Daß diese Ortskurven bereits von verschiedenen Verfassern bestimmt wurden, ist schon im Teil I erwähnt. Im nachstehenden sei daher nur eine Zusammenstellung der Ergebnisse aufgeführt, wie sie sich nach den Messingschen Untersuchungen[15]) darstellen.

Kreisgleichung der induzierten Spannung (E-Kreis):

$$-\mathfrak{E} = \frac{\mathfrak{U}\, x_\mu}{x_\mu + x - j\, r - (r + j\, x)\,\mathrm{tg}\,\frac{\alpha}{2}} \tag{1}$$

Kreisgleichung des Stromes (I-Kreis):

$$\mathfrak{J} = \mathfrak{U}\,\frac{\left(r - \frac{x_\mu}{2}\sin\alpha - j\right)\left[x + \frac{x_\mu}{2}(1+\cos\alpha)\right]}{\left(r - \frac{x_\mu}{2}\sin\alpha\right)^2\left[x + \frac{x_\mu}{2}(1+\cos\alpha)\right]^2} \tag{2}$$

Diese Kreise stellt Abb. 7 dar. Die Mittelpunktkoordinaten x_m, y_m und die Radien r_m sind wie folgt zu berechnen:

E-Kreis:

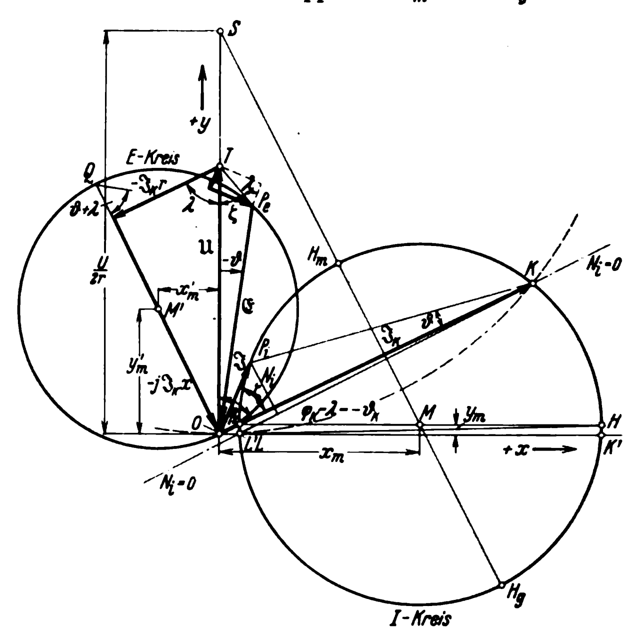
$$x'_m = -a\,r;\qquad y'_m = a\,x;\qquad r'_m = a\,z, \tag{3}$$

wobei $a = \dfrac{U\,x_\mu}{2\,(x\,x_\mu + z^2)}$.

I-Kreis:

$$x_m = b\left(x + \frac{x_\mu}{2}\right);\qquad y_m = b\,r;\qquad r_m = b\,\frac{x_\mu}{2}. \tag{4}$$

Das Kreisdiagramm ähnelt dem des Asynchronmotors. Der Leerlaufpunkt L liegt ungefähr wie beim Asynchronmotor; an die Stelle des Kurzschlußpunktes tritt hier der von Messing als „Oppositionspunkt" bezeichnete Betriebspunkt K. Dieser hat, wie schon im Teil I gezeigt, mit dem Kurzschlußpunkt das gemeinsame Merkmal, daß der Fluß vollkommen auf die Streuwege abgedrängt wird. Bemerkenswert ist weiter die Nullinie der inneren Leistung $N_i = 0$ (Verbindung L-K). Das Lot von einem Betriebspunkt auf diese Linie ist der jeweiligen inneren Leistung proportional. Damit erhält man dann auf dem Mittellot zu L-K liegend die Punkte höchster Luftspaltleistung: den Motor- und Generatorkippunkt H_m bzw. H_g.



H_m Motor-Kippunkt H_g Generator-Kippunkt

Abb. 7. Ortskreise der Doppelfeldmaschine.

Rechnerisch wurde diese Leistung von Tscherdanzev[14]) bestimmt. Mit den hier eingeführten Bezeichnungen ist diese auf beide Maschinenteile bezogen:

$$2\,N_i = \frac{6\,U^2}{z\left(\sin\lambda + \frac{z}{x_\mu}\right)^2}\sin(\vartheta+\lambda)\left[\sin\vartheta - \frac{z}{x_\mu}\cos(\vartheta+\lambda)\right] \tag{5}$$

Diese Gleichung ermöglicht es, für einen bestimmten Lastwinkel die zugehörige Luftspaltleistung und das Luftspaltdrehmoment zu finden. Zur Bestimmung des Kippmomentes muß derjenige Lastwinkel ermittelt werden, der den Höchstwert der Luftspaltleistung ergibt. Durch Ableitung nach ϑ erhält man die Höchstwertbedingung:

$$\mathrm{tg}\,(2\,\vartheta_{\max}) = \pm\,\frac{\frac{z}{x_\mu}\cos 2\lambda - \sin\lambda}{\frac{z}{x_\mu}\sin 2\lambda + \cos\lambda}. \tag{6}$$

Für Kippunktbetrachtungen ergibt sich eine wesentliche Vereinfachung der Beziehungen dadurch, daß man den Magnetisierungsstrom vernachlässigt, also $x_\mu \longrightarrow \infty$ setzt. Bei den hohen am Kippunkt wirksamen Strömen und dem dort auch schon merklichen Rückgang des Wertes für den gemeinsamen Fluß ist diese Vernachlässigung anwendbar. Man erhält dann für den Lastwinkel im Kippunkt

$$(2\,\vartheta_{\max}) = \lambda, \tag{7}$$

für die Kippleistung:

Motorbetrieb:

$$2\,N_{\min} = -3\,\frac{U^2}{z + r}\ \text{Watt} \tag{8a}$$

Generatorbetrieb:

$$2\,N_{\max} = 3\,\frac{U^2}{z - r}\ \text{Watt.} \tag{8b}$$

Ein von den SSW ausgeführter und uns zur Verfügung gestellter Doppelfeldmotor für 3 kW bot die Möglichkeit, die Diagramme am praktischen Versuch nachzuprüfen. Es wurden die Werte für r, x und x_μ für den Motor durch Hilfsmessungen bestimmt und über das Kreisdiagramm die Betriebskurven in Abhängigkeit von der abgegebenen Leistung ermittelt. Hierbei wurden auch die in den Diagrammen zunächst nicht erfaßten Reibungs-, Eisen- und Zusatzverluste berücksichtigt. Durch eine experimentelle Bremsreihe wurden die so gefundenen Ergebnisse

[14]) I. Tscherdanzev, Arch. Elektrotechn. 15 (1926) S. 257.
[15]) E. Messing, Dissertat. T. H. Karlsruhe 1931 und Arch. Elektrotechn. 27 (1933) S. 279.

nachgeprüft, wobei sich nach Abb. 8 volle Übereinstimmung der Werte ergibt. Bei Kippmomentsermittlungen war die Übereinstimmung weniger gut, die Messungen lagen hier etwa 20 % unter dem errechneten Wert. Schuld war daran aber nicht etwa die Benutzung der Näherungsformel (8) — diese ergab kaum eine Abweichung von der genauen Rechnung nach Gleichung (5/6) —, sondern wahrscheinlich die Ungenauigkeit der Versuchsausführung bei diesen Versuchen.

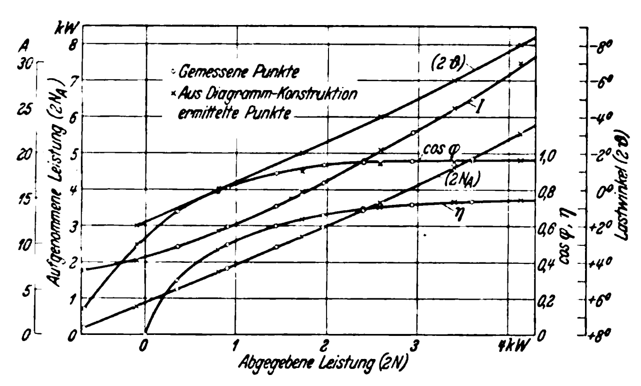


Abb. 8. Betriebskurven.

Zu den Kurven selbst ist noch zu bemerken, daß der erwartete gute Leistungsfaktor in der Tat vorhanden ist; der Wirkungsgrad liegt wegen unglücklicher Wahl der Betriebsspannung und wegen zu hoher, durch unzweckmäßigen Lüfter verursachter Lüftungsverluste verhältnismäßig ungünstig. Der Verlauf des mitaufgetragenen Lastwinkels 2ϑ zeigt, daß seine Zunahme praktisch proportional mit der abgegebenen Leistung ist.

2. Durchrechnung der Stabilität.

Wie bereits im Teil I erwähnt, zeigt der Doppelfeldmotor eine große Pendelneigung, die seine Verwendung im praktischen Betriebe unmöglich machen würde, wenn es nicht gelingt, das Pendeln durch besondere Maßnahmen zu unterbinden.

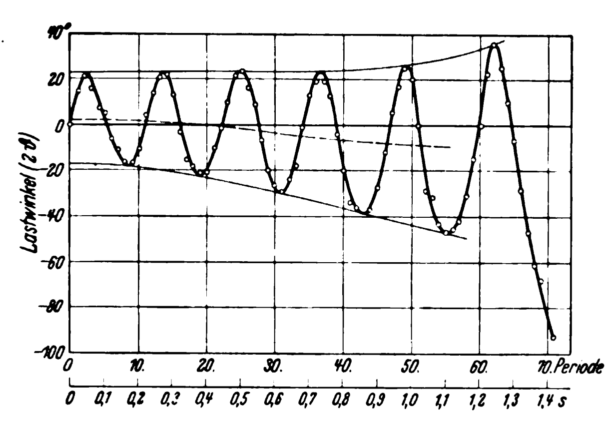


Abb. 9. Pendelbewegung des Läufers.

In Abb. 9 ist auf Grund von Oszillogrammen der Verlauf eines derartigen Schwingungsvorganges ermittelt. Ohne daß der Synchronisierungsstoß eine ursächliche Rolle spielt, *entstehen aus sich heraus Pendelungen* mit anwachsenden Ausschlägen, die zuletzt ein Außertrittfallen der Maschine zur Folge haben.

Bei der leerlaufenden gewöhnlichen Synchronmaschine können bekanntlich ähnliche freie Schwingungen auftreten, wobei aber in der Regel ein Außertrittfallen nicht stattfindet. In beiden Fällen ist als Ursache eine auftretende *negative Dämpfung* anzunehmen, die die Pendelausschläge immer größer werden läßt. Diese ist nun bei der Doppelfeldmaschine in noch viel stärkerem Maße als bei der Synchronmaschine wirksam. Eine weitere Abweichung von den bei Synchronmaschinen auftretenden Erscheinungen besteht darin, daß bei der Doppelfeldmaschine auch in belastetem Zustand die Unstabilität erhalten bleibt, wenn nicht die Belastung von sich aus einen stark dämpfenden Einfluß hat. So blieben nach angestellten Versuchen bei starrer Ankuppelung des Bremsgenerators die Schwingungen bestehen, wenn der Generator auf Widerstände arbeitete; lag er dagegen mit seinen Klemmen an einem starren Gleichstromnetz, so wirkte dieses über ihn dämpfend. Die beste Dämpfung ergab sich bei Ankuppelung des Generators mit Riementrieb[16]). Die Pendelungen des Läufers finden durch Verändern des Lastwinkels 2ϑ statt. Ist $2\vartheta_c$ der dem eingestellten Lastzustand entsprechende Lastwinkel bei stabilem Betrieb, so tritt bei Pendelungen der mit der Zeit veränderliche Pendelwinkel $2\vartheta_p$ hinzu, so daß der gesamte Lastwinkel bestimmt ist als

$$2\vartheta = 2\vartheta_c + 2\vartheta_p. \tag{9}$$

Da festgestellt wurde, daß nicht vom Netz aus aufgedrückte periodische Einwirkungen das Entstehen der Pendelungen verursachen, handelt es sich um eine freie Schwingung, und die Pendelgleichung muß folgende Form haben:

$$-k\frac{d^2(2\vartheta)}{dt^2} - p\frac{d(2\vartheta)}{dt} - s(2\vartheta) = 2\vartheta_c. \tag{10}$$

Darin stellt der erste Summand das Verzögerungsmoment und k das Trägheitsmoment des Läufers dar. Der zweite Summand ist das Dämpfungsmoment und der dritte das Kontrollmoment. Die beiden Werte p und s sind nicht völlig unabhängig vom Lastwinkel 2ϑ, deshalb werden die Betrachtungen der Pendelungen immer für einen bestimmten Lastwinkel $2\vartheta_c$ und kleine Pendelausschläge $2\vartheta_p$ durchgeführt. In dem kleinen Pendelbereich von $\pm\, d\vartheta_p$ werden dann die Größen p und s als unabhängig von ϑ angenommen. Der letzte Summand der Gl. (10) entsteht durch die Einwirkung der konstant anzusehenden Belastung; er hat auf die hier interessierenden Schwingungsgrößen keinen Einfluß.

Die Lösung dieser Differentialgleichung führt bekanntlich zu einer gedämpften Sinusschwingung der Form:

$$2\vartheta = C_0\, e^{-\beta t} \sin(\nu t), \tag{11a}$$

wobei die e-Funktion mit dem Koeffizienten

$$\beta = \frac{p}{2k} \tag{11b}$$

die Wirkung des Dämpfungskoeffizienten p zeigt. Bei positiven Werten von β werden die Scheitelwerte der Sinuslinie mit zunehmender Zeit kleiner, es ergibt sich eine positive Dämpfung. Negativ gedämpfte Schwingungen mit nach der Zeit wachsenden Amplituden werden durch einen positiven Exponenten von e, also einen negativen β-Wert dargestellt. Dieser Vorzeichenwechsel von β geschieht dadurch, daß der Koeffizient p negativ wird, da das Trägheitsmoment k stets positiv bleibt. Die weitere Untersuchung wird sich also mit diesem Dämpfungskoeffizienten als Ursache der negativ gedämpften Schwingungen zu befassen haben.

Für die Synchronmaschine wurde von *Rogowski*[17]) ein Verfahren zur Ermittlung des Dämpfungskoeffizienten angegeben. Da das Diagramm für eine Maschinenhälfte der Doppelfeldmaschine dem für die Pendeluntersuchung von Rogowski zugrunde gelegten Synchronmaschinendiagramm ähnlich ist, wurde der Berechnungsgang auf die Ermittlung des Dämpfungskoeffizienten p der Doppelfeldmaschine übertragen. Es werden durch die Pendelung entstehende Zusatzspannungen ermittelt, die an sich die Normalfrequenz des Wechselstromes haben, deren Scheitelwert sich aber mit der in jedem Augenblick vorhandenen Pendelgeschwindigkeit $d\vartheta/dt$ ändert (also eine „modulierte" Schwingung).

Die Zusatzspannungen erzeugen Zusatzströme, für deren Ausbildung der Scheinwiderstand der Maschine maßgebend ist, während das Netz für sie in üblicher Weise als Kurzschluß angesehen wird. Die Zusatzströme ergeben durch Zusammensetzung mit der gewöhnlichen induzierten Spannung Zusatzleistungen und nach Division durch die mittlere Drehzahl Zusatzmomente. Die Summierung dieser Zusatzmomente ergibt dann das zweite Glied der Pendel-

---

[16]) Hiervon wird man aber im praktischen Gebrauch keinen Nutzen haben können, weil man ja gerade den Riementrieb durch die hohe Drehzahl des Doppelfeldmotors vermeiden will.

[17]) W. Rogowski, Arch. Elektrotechn. 3 (1915) S. 150.

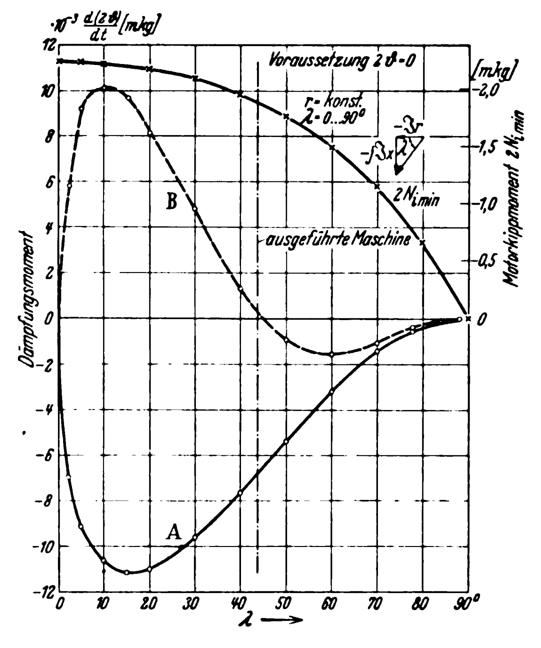
gleichung (10), für das man auf dem so angedeuteten Wege erhält[18]):

$$p\,\frac{d\,(2\,\vartheta)}{d\,t} = \frac{0{,}366}{n_s}\,\frac{E}{\omega\,x}\,\frac{d\,(2\,\vartheta)}{d\,t}$$
$$\times\left[E\sin 4\,\lambda - \frac{d\,E}{d\,\vartheta}\,(1-\cos 4\,\lambda)\right] \text{ Meterkilogramm} \quad (12\text{a})$$

oder nach Ersetzen der induzierten Spannung durch die Netzspannung:

$$p\,\frac{d\,(2\,\vartheta)}{d\,t} = \frac{0{,}732}{n_s}\,\frac{U^2\cos\lambda}{\omega\,z\left(\frac{z}{x_\mu}+\sin\lambda\right)^2}\,\frac{d\,(2\,\vartheta)}{d\,t}$$
$$\times\,[\cos 2\,\lambda - \cos(2\,\vartheta)] \text{ Meterkilogramm.} \quad (12\text{b})$$

In der Beziehung (12 b) ist der Dämpfungskoeffizient allein abhängig von den Maschinenkonstanten gegeben, so daß es damit möglich ist, die Dämpfung bei verschiedener Ausbildung der Maschine zu untersuchen. Um übersichtliche Verhältnisse zu bekommen, beschränkte sich die Untersuchung auf die eine Läuferstellung $\vartheta = 0$. Die Abhängigkeit von den Maschinenkonstanten werde so gewählt, daß ausgehend von den Daten der ausgeführten Maschine durch Verändern der Streuung x der Winkel λ in den Grenzen 0° bis 90° veränderlich gemacht wird. Der Wirkwiderstand bleibt dabei konstant. Die Streuung ist durch Vorschalten einer Drosselspule vor die ausgeführte Maschine leicht zu vergrößern; wieweit durch Maßnahmen des Entwurfes die Streuung verkleinert werden kann, muß im einzelnen Falle untersucht werden.



Kurve A: $dE/d\vartheta$ berücksichtigt
Kurve B: gerechnet wie Synchronmaschine mit $dE/d\vartheta = 0$

Abb. 10. Dämpfungsmomente.

In Abb. 10 ist die besprochene Beziehung in der Kurve A dargestellt und zeigt über dem ganzen Bereich ein negativ dämpfendes Zusatzmoment. Um eine Verkleinerung der Schwingungserregung herbeizuführen, erscheint es zweckmäßig, die Streuung zu vergrößern. Ein wesentlicher Nachteil ergibt sich aber dabei durch das gleichzeitige Absinken des Kippmomentes. Um dies richtig zu erkennen, wurde das Motorkippmoment mit dargestellt, das bei Streuungsvergrößerung einen immer größer werdenden Abfall aufweist.

Die ermittelte Kurve A gilt zwar strenggenommen nur für den Belastungsfall $\vartheta = 0$. Da jedoch der betriebliche Arbeitsbereich sich nur über etwa 12 % des zu der Maschine gehörigen Winkels λ erstreckt und der Winkel $2\,\vartheta$ in der Beziehung (12 b) mit der Kosinusfunktion eingeht, die in der Gegend von $\vartheta = 0$ flach verläuft, fallen die Dämpfungskurven für andere Betriebsbelastungen als gerade $2\,\vartheta = 0$ praktisch mit der Kurve A zusammen. Das bedeutet aber, daß der Belastungszustand bei der Doppelfeldmaschine im Gegensatz zu den Verhältnissen bei der Synchronmaschine die Stabilitätsbedingung der Maschine nicht wesentlich beeinflußt, es sei denn, daß die Belastungsvorrichtung von sich aus ein Dämpfungsmoment liefert, eine Tatsache, die durch die ausgeführten Versuche bestätigt wurde.

Die in der Abbildung 10 eingezeichnete Kurve B stellt die Beziehung (12 a) unter Voraussetzung $dE/d\vartheta = 0$ dar. Bei der Pendelberechnung für eine Synchronmaschine konnte diese Voraussetzung gemacht werden, während bei der Doppelfeldmaschine $dE/d\vartheta \neq 0$ berücksichtigt werden muß. Da die Pendelungsrechnungen entsprechend durchgeführt sind, ergibt die Kurve B die von Rogowski für die Synchronmaschine bestimmte Abhängigkeit. Damit wird der Unterschied zwischen dem Dämpfungsverlauf bei Synchronmaschine und Doppelfeldmaschine durch Vergleich der Kurven B und A offenbar, und es zeigt sich, daß die Stabilität der Doppelfeldmaschine viel ungünstiger ist. Während es nämlich bei der Doppelfeldmaschine nicht möglich ist, durch Verändern des gegenseitigen Verhältnisses von Wirkwiderstand und Blindwiderstand in der Maschine die Dämpfung aus dem negativen Gebiet herauszubekommen, ist dies bei der Synchronmaschine durch Verkleinerung des Winkels λ, also durch Verminderung der Streuung, ohne weiteres möglich.

Die errechnete Dämpfungsbeziehung kann nun auch dazu benutzt werden, das Verhalten der Doppelfeldmaschine bei Anschluß an verschieden starre Netze nachzuprüfen. Ist der an den Klemmen der Doppelfeldmaschine liegende Netzanschluß nicht mehr äußerst starr, so müssen die Scheinwiderstände zwischen dem Netzanschluß und dem nächsten als starr anzusehenden Netzspeisepunkt mit berücksichtigt werden. Bei kleinen Generatoren muß man bis auf die Generatorklemmen oder gar bis auf die Generator-EMK zurückgehen. Die Lüftungsverluste ergeben einen zusätzlich dämpfenden Einfluß, der in der Berechnung mit berücksichtigt werden muß.

Zur Verwirklichung der Versuche mit verschieden starrem Netz diente ein Transformator, der sekundärseitig zwei parallele, in Stern geschaltete Wicklungsgruppen aufwies. Wurde die eine dieser Gruppen abgeschaltet, so erhielt man ein weicheres Netz; eine dann noch vorgeschaltete Drosselspule erlaubte schließlich die Einstellung einer noch größeren Weichheit. Die drei ausgeführten Versuche hatten folgendes Ergebnis:

Versuch I. Schaltung der Transformatorwicklung Stern/Doppelstern. — Schwingungserregung sehr stark, Motor fällt nach etwa 1,5 s außer Tritt.

Versuch II. Schaltung der Transformatorwicklung Stern/Stern. — Schwingungserregung schwächer; Außertrittfallen findet erst nach etwa 3 s statt.

Versuch III. Schaltung der Transformatorwicklung Stern/Stern. Vorschaltung einer Drosselspule. — Durch äußeren Anlaß entstehende Pendelungen klingen allmählich ab.

Abb. 11 zeigt die nach dem vorstehenden für die verschiedenen Netzweichheiten durchgerechneten Dämpfungskurven, die eine gute Veranschaulichung der experimentell gefundenen Stabilitätsverhältnisse ergeben. Die positiven Dämpfungswerte für den Versuch III kommen durch die Einwirkung der Lüftungsverluste zustande. Zum Vergleich ist noch als Kurve A das rechnerische Ergebnis für ein äußerst starres Netz mit aufgeführt. Dabei zeigt sich, daß die Unstabilität sich gegenüber dem Versuch I im ungünstigsten Falle noch stark vergrößern kann.

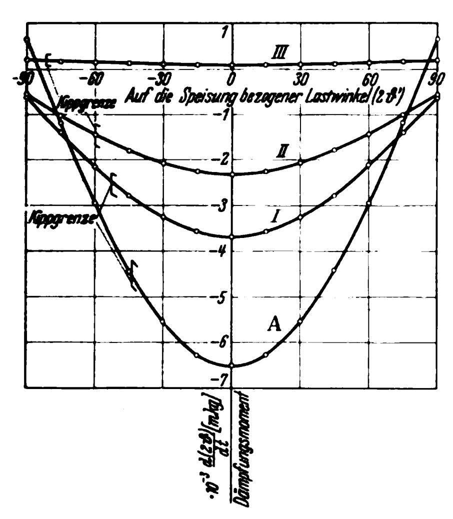
Es liegt nahe, das hier zur Anwendung gebrachte Verfahren für die Ermittlung der Dämpfungsmomente auch auf die Berechnung des dämpfenden Momentes der im Teil I der Arbeit beschriebenen Hilfswicklung auszudehnen. Auch hierbei können dann wie bei der Synchronmaschine eine Zusatzspannung und ein Zusatzstrom errechnet werden. Nach verschiedenen Vernachlässigungen erhält man für das Dämpfungsmoment der Hilfswicklung:

$$p_D = 0{,}612\,\frac{U^2}{\omega^2}\,\frac{1}{r_h}\,\frac{d\,(2\,\vartheta)}{d\,t} \text{ Meterkilogramm.} \quad (13)$$

Dabei bedeutet r_h den ohmschen Widerstand der Hilfswicklung. Diese Dämpfung ist immer positiv. Die Nachprüfung durch den Versuch ergibt, daß das danach

[18]) Ausführliche Herleitung vgl. H. Steudel, Das Betriebsverhalten der Doppelfeldmaschine, Dissertation T. H. Berlin 1933.

errechnete dämpfende Moment der Hilfswicklung wahrscheinlich zu klein wird; die Versuche ergaben eine noch stärkere Dämpferwirkung der Hilfswicklung. Dies ist wohl daraus zu erklären, daß durch das Eingreifen der Hilfswicklung die Vorgänge in den beiden gedachten Maschinenhälften nicht mehr symmetrisch sind, und daß dann eine zusätzliche Dämpfung durch Unsymmetrie auftritt in dem Sinne, wie sie Rosen[19]) auch schon feststellte. Rechnet man mit der vorstehend angegebenen Formel, so bleibt man mit der Bemessung der Hilfswicklung auf der sicheren Seite.



Kurve *A*: starres Netz
„ *I*: Transformator in Schaltung ⅄/⅄⅄ (Versuch I)
Kurve *II*: Transformator in Schaltung ⅄/⅄ (Versuch II)
„ *III*: Drosselspule vorgeschaltet (Versuch III)

Abb. 11. Abhängigkeit der Dämpfung vom speisenden Netz.

3. Das Anlaßverfahren.

Nachdem durch die Stabilisierung des Laufes die Grundlage für eine praktische Verwendung des Doppelfeldmotors geschaffen war, mußte der Anlaßvorgang so ausgebildet werden, daß er den Erfordernissen der Praxis entsprach. Die Doppelfeldmaschine läuft, in ihrer Betriebsschaltung ans Netz gelegt, vom Stillstand bis etwas unter den einfachen Synchronismus an und arbeitet dort als doppeltgespeister Asynchronmotor, eine Betriebsart, die von Tolwinsky und Hochberg[20]) beschrieben wurde. Nach diesen Untersuchungen überlagert sich dabei die Wirkung zweier Teilasynchronmaschinen derart, daß die ganze Maschine in ihrem Verhalten auch als Asynchronmaschine angesehen werden kann. Bringt man daher den Läufer z. B. durch eine Anwurfvorrichtung auf eine über dem einfachen Synchronismus liegende Drehzahl, so arbeitet die Maschine als asynchroner Generator. Das Generatormoment verläuft in Abhängigkeit von der Drehzahl nach der bekannten Kennlinie der Asynchronmaschine; im Doppelsynchronismus ist jedoch eine Unstetigkeit durch die dort auftretende synchronisierende Kraft vorhanden. Bei dieser Drehzahl können beliebige Motor- oder Generatormomente auftreten, die nur durch das Kippmoment begrenzt sind.

Damit ist klargestellt, daß die Doppelfeldmaschine von sich aus durch den Drehzahlbereich zwischen einfachem und doppeltem Synchronismus nicht hinauffahren kann. Um die Verwendung einer vollständigen Anwurfmaschine zu vermeiden, war schon bei den ersten Versuchsausführungen nach Vorschlag von Kloss neben den zum Betrieb nötigen Schleifringen zum Anfahren ein Kommutator angeordnet, der unmittelbar an die entsprechend ausgebildete Läuferwicklung angeschlossen war, eine Ausführung, die sich bewährte und für die Durchführung der weiteren Versuche beibehalten wurde.

Im laboratoriumsmäßigen Verfahren wurde dann die Maschine in der Schaltung eines Drehstrom-Reihenschlußmotors bis auf den Doppelsynchronismus hochgefahren und meist unter Verwendung von Synchronisierlampen auf Doppelfeldbetrieb umgeschaltet. Es war für diese Schalthandlung einige Übung und Geschicklichkeit erforderlich, um einmal die Gefahr des Hochlaufens der Reihenschlußmaschine auf zu hohe Drehzahl zu vermeiden und um ohne zu großen Synchronisierungsstoß in den Doppelsynchronismus hineinzukommen. Gelang das letzte nicht, so fiel infolge des geschilderten Generatormomentes der Läufer in äußerst scharfer Bremsung auf etwas unter die einfach synchrone Drehzahl zurück.

Wesentliche Verbesserungen[21]) im Sinne einer praktischen Anwendbarkeit des Anlaßverfahrens brachte das Prinzip der Wirkungsüberlagerung zweier Maschinenschaltungen und die Anwendung einer Schaltung als Nebenschluß-Kommutatormotor[22]). Schon durch das Überlagerungsverfahren allein kann eine brauchbare Anlaßschaltung entwickelt werden, indem der Wirkung des Reihenschlußmotors die Doppelfeldwirkung abgestimmt in der Weise überlagert wird, daß unterhalb des Doppelsynchronismus die Wirkung des Reihenschlußmotors überwiegt, daß aber im Doppelsynchronismus das dann entstehende „synchrone“ Doppelfeld-Generatormoment dem Motormoment gewachsen ist und weiteres Hochfahren verhindert. Damit erfolgt ein zwangsmäßiges Hineinlaufen in den Doppelsynchronismus unter Vermeidung der bisher bestehenden Nachteile.

Abb. 12. Anlaßschaltung.

Es zeigte sich jedoch, daß die Anordnung gegenüber Netzspannungsänderungen und Schwankungen der Anfahrlast verhältnismäßig empfindlich ist, wohingegen das nach der Schaltung als Nebenschlußmaschine entwickelte Anfahrverfahren, wie es in Abb. 12 dargestellt ist, diese Schwächen nicht aufweist. Diese Schaltung wird durch das Vorhandensein der Hilfswicklung ermöglicht.

Denkt man sich den Ständer vom Netz mittels der für die Stabilisierung vorhandenen Hilfswicklung V_H-0 erregt, so kann man nach dem Grundsatz der Drehstrom-Nebenschlußschaltung durch Aufdrücken einer netzfrequenten Spannung auf die Bürsten bei richtiger Phasenlage eine Drehzahlerhöhung des Läufers über den einfachen Synchronismus hinaus erzielen, wobei die Schleifringe abgeschaltet gedacht sein sollen. Ist die Stillstandsspannung des Läufers gleich der halben Netzspannung, so muß die aufgedrückte Spannung in der Größe den gleichen Wert haben, um bis auf den Doppelsynchronismus hinaufzukommen. Zur Ersparnis eines für die Erzeugung dieser Spannung sonst erforderlichen Transformators wird in Abb. 12 die transformatorische Verkettung von Hilfs- und Arbeitswicklung in der Schaltung eines Absatztransformators benutzt[23]). Nach den für die Bemessung der Hilfswicklung erforderlichen Bedingungen (s. o.) muß das Spannungsübersetzungsverhältnis der Hilfswicklung zur Ständerarbeitswicklung etwas über dem Werte 2 liegen, was in der Anfahrschaltung eine aufgedrückte Bürstenspannung von etwas über der halben Größe der Netzspannung ergibt. Dieser Überschuß ist erwünscht, um einmal den Drehzahlabfall infolge der Spannungsabfälle zu kompensieren und zum anderen noch eine etwas über dem Doppelsynchronismus liegende Drehzahl beim Anfahren zu erreichen. Die richtige Phase der Spannung wird durch entsprechende Einstellung der Bürsten erreicht.

Der Anfahrvorgang gestaltet sich dann nach Abb. 12 wie folgt: Schalter S_1 wird eingelegt und dadurch über die Hilfswicklung V_H-0 der Ständer erregt. Die verschiebbare Anzapfung *e* des Widerstandes *R* liegt bei *f*, so daß

---

[19]) H. E. Rosen, Einrichtung zur Verminderung der Pendelungen bei Doppelfeldmaschinen, DRP. 510 731 v. 2. 10. 1927.

[20]) W. A. Tolwinsky u. S. M. Hochberg, Arch. Elektrotechn. 20 (1928) S. 162.

[21]) H. Steudel, Verfahren und Einrichtungen zum Anlassen von synchronen Drehstrom-Doppelfeldmotoren, DRP. 558 385 v. 6. 2. 1931, 569 370 v. 5. 7. 1931, 594 050 v. 15. 3. 1933.

[22]) Die Anwendung einer Drehstrom-Nebenschlußschaltung geht auf einen Vorschlag von Herrn Dipl.-Ing. Wulf zurück, den er bei der Ausführung von Anlaufversuchen im Elektrotechnischen Versuchsfeld äußerte.

[23]) Wie Fußnote 21.

beim Einlegen von S_2 der Nebenschlußmotor über einen Widerstand anläuft. Darauf wird die Anzapfung e nach g hin verschoben, wobei die Maschine bis etwas über den Doppelsynchronismus hinausläuft. Durch Schließen des Schalters S_3 wird (zunächst geschwächt durch Vorschaltung des ganzen Widerstandes R) die Wirkung der Doppelfeldmaschine überlagert. Das Zurückverschieben der Anzapfung e nach f bewirkt gleichzeitig einen Drehzahlabfall durch vergrößerten Spannungsabfall in dem Nebenschlußmotor und eine Vergrößerung der Wirksamkeit der Doppelfeldmaschine. Unter diesen Einflüssen läuft der Motor bald in den Doppelsynchronismus von oben her stoßfrei hinein. Nach Erreichen des Punktes f durch die Anzapfung e kann der Schalter S_2 geöffnet werden und so auf reinen Doppelfeldbetrieb übergegangen werden.

Die geschilderten Schalthandlungen können durch eine Schaltwalze oder durch Schaltschütze ausgeführt werden, wobei die kontinuierliche Veränderung der Anzapfung e durch ganz grobstufige Teilwiderstände ersetzt wird. Es ist lediglich erforderlich, daß auf einer oder zwei Schaltstellungen die Überlagerung der beiden Maschinenschaltungen stattfindet, weil dadurch der Synchronisierungsstoß gemildert und ein Außertrittfallen infolge zu grober Synchronisierung vermieden wird. Auch kann der in Abb. 12 angedeutete veränderliche Widerstand in seiner ursprünglichen Form für die Ausgestaltung einer praktischen Anlaßvorrichtung verwendet werden. Die Schalter S_2 und S_3 werden dann zweckmäßig als Schütze ausgebildet und durch End- und Abhängigkeitskontakte gesteuert.

Die geschilderte Schaltung wurde bei verschiedenen praktischen Versuchen mit Erfolg erprobt und zeigte eine genügende Unabhängigkeit von Spannungsschwankungen im Netz (+ 10, — 20 % der Netzspannung). Ebenso konnte ohne Veränderung der Widerstandseinstellung das Anlaufmoment von Leerlauf bis auf Viertellast geändert werden. Wenn erforderlich, läßt sich dieser Anlauflastwert sicher noch erheblich steigern; denn die Grenze wurde nicht durch ein zu schwaches Anlaufmoment, sondern durch zu großes Bürstenfeuer gezogen. Da auch die Gefahr des Durchgehens durch Verwendung der Nebenschlußschaltung grundsätzlich vermieden ist, stellt diese Anordnung z. Z. das günstigste Verfahren dar, nach dem im praktischen Betrieb ein Doppelfeldmotor angefahren werden kann.

4. Folgerungen für den Bau von Doppelfeldmotoren.

Als erste Bedingung für die Brauchbarkeit einer Doppelfeldmaschine, besonders wenn sie als Motor beispielsweise zum Antrieb von Holzbearbeitungsmaschinen Verwendung finden soll, wird man eine gewisse Unabhängigkeit von Belastungsstößen verlangen müssen, die nur durch ein hohes Kippmoment zu erreichen ist. Da dieses nach Gl. (8) dem Ausdruck $1/(z + r)$ proportional ist, müssen Widerstand und Streuung möglichst klein gehalten werden. Das eine erreicht man durch Schaffung eines großen Nutenraumes, wobei der kleine Luftspalt eine Heraufsetzung der Induktion ohne zu großen Magnetisierungsstrom erlaubt.

Stellt man dann noch die Formgebung der Nut auf kleinste Streuung ab, so erhält man sicher ein höchstes Kippmoment, wobei jedoch der Winkel $\lambda = \operatorname{arc\,tg} x/r$ sehr klein werden kann. Der Kippunkt liegt immer, wie gezeigt, in der Gegend von $\vartheta = \lambda/2$; man erhält also einen kleinen Lastwinkelbereich, der an sich schon wenig günstig ist. Wie außerdem aus Abb. 10 hervorgeht, ist bei kleinen Werten von λ die Schwingungserregung groß, die dann wieder durch eine viel Kupfer und Wickelraum beanspruchende Hilfswicklung kompensiert werden muß. Man wird also zweckmäßig nur den Widerstand der Hauptwicklung äußerst verkleinern und dann die Streuung so wählen, daß der Winkel λ nicht zu klein ist. Da nach der Formel für das Kippmoment die Streuungsvergrößerung in viel geringerem Maße als eine Widerstandsvergrößerung das Kippmoment herabsetzt, ist dieses Vorgehen auch mit Rücksicht auf das Kippmoment möglich. Besonders bei großen Maschinen, die an sich geringe Streuung aufweisen, wird dabei eine künstliche Vergrößerung der Streuung notwendig.

Auch die Anordnung der Hilfswicklung beeinflußt die Festlegung der Maschinenkonstanten. Wie bereits erwähnt, wird man diese in der Regel so ausführen, daß bei einer mittleren Belastung die ideale Abgleichung eintritt. Nach Erfahrungen an bereits ausgeführten Maschinen kann unter Berücksichtigung der übrigen zu stellenden Anforderungen die Anordnung so getroffen werden, daß dieser Abgleichpunkt für die Hilfswicklung gerade im Belastungsfall $\vartheta = 0$ liegt. Damit braucht die Achse der Hilfswicklung nicht gegen die Achse der Hauptwicklung verdreht zu werden, ein Vorteil, der sich bei Maschinen mit wechselnder Drehrichtung auch in schaltungstechnischer Hinsicht auswirkt.

Der Querschnitt der Hilfswicklung wird, um sicher zu gehen, tunlichst so bemessen, daß die nach Gl. (13) errechnete Dämpfung der größten am starren Netz auftretenden Schwingungserregung nach Gl. (12) das Gleichgewicht hält. Damit ist eine ausreichende Stabilität im Betriebe mit guter Reserve gewährleistet.

Nach den gegebenen Richtlinien läßt sich der im Betrieb günstigste Doppelfeldmotor bauen. Durch das angegebene Anlaßverfahren sind auch die Schwierigkeiten des Anlaufes überwunden. Die Herstellung und Prüfung einer entsprechend gebauten Probemaschine haben die Erwartung erfüllt und gezeigt, daß entgegen den im Schrifttum mehrfach geäußerten Zweifeln die praktische Verwendung dieser Maschinenart durchaus möglich ist.

Ganz abgesehen von der Ausbildung des Doppelfeldgenerators, der bei seiner Einführung als umwälzende Neuerung angesprochen werden könnte, bietet sich also dem Doppelfeldmotor Aussicht auf praktische Anwendung. Der Antrieb von schnellaufenden Lüftern und Pumpen, aber auch der Antrieb von Holzbearbeitungsmaschinen kann mit Hilfe des Doppelfeldmotors neu ausgebildet werden.

Zusammenfassung.

Durch Versuche aufgenommene Betriebskurven der Doppelfeldmaschine stimmen mit theoretisch hergeleiteten Kurven überein. Betrachtungen über den Kippunkt werden durch eine einfache Kippunktsbeziehung erleichtert. Die Stabilitätsverhältnisse liegen bei der Doppelfeldmaschine ungünstiger als bei der Synchronmaschine; Versuche und Theorie zeigen einen Weg zum Bau eines Doppelfeldmotors mit möglichst geringer negativer Dämpfung. Durch die von Kloss angegebene Hilfswicklung zur Stabilisierung und durch ein neues Anlaßverfahren wird der Doppelfeldmotor zur Einführung in die Praxis geeignet.

Stromerzeuger für 1 bis 100 kHz.

621. 396. 613 : 66 69

Hochfrequenzströme im genannten Bereich haben auch außerhalb des elektrischen Nachrichtenwesens Verwendung gefunden, vor allem für Induktionsöfen und für Ozonanlagen. Die strengen Bedingungen, die in der Nachrichtentechnik an die Frequenzkonstanz und Reinheit von Oberwellen gestellt werden, brauchen für die genannten Zwecke nicht erfüllt zu werden. Es können also einfachere und billigere Mittel zur Erzeugung der Hochfrequenz verwendet werden. Der Gebrauch von Hochfrequenzmaschinen bedeutet hohe Anschaffungskosten, das gleiche gilt auch für Hochvakuumröhren. L. D. Miles[1]) schlägt vor, Lichtbogenröhren zu verwenden, d. h. Glasröhren, bei denen der Lichtbogen zwischen zwei Elektroden in einem Edelgas unter höherem Druck brennt. Es handelt sich dabei also um einen Lichtbogengenerator ähnlich dem, wie er von Poulsen schon vor 27 Jahren vorgeschlagen worden ist und der in der Hochfrequenztechnik weitgehend Verwendung gefunden hat, mit dem Unterschied, daß der Lichtbogen nicht in einer offenen Kammer, sondern in einer Röhre brennt und an Stelle der Wasserstoffatmosphäre ein Edelgas benutzt wird. Der Lichtbogen arbeitet nach dem Vorschlage von Miles in Verbindung mit einem Schwingkreis genau in der Schaltung wie der bekannte Lichtbogensender von Poulsen. Die Speisung erfolgt von einem Gleichstromnetz mit gebräuchlicher Spannung. Die Einrichtungen können im Bereiche von wenigen Watt bis 50 kW und mehr gebaut werden. Miles hofft, daß durch das Vorhandensein einer billigen Hochfrequenzquelle sich neue Anwendungen für die Ströme im Frequenzbereich von 1 bis 100 kHz finden werden. *Pgs.*

[1]) L. D. Miles, Electr. Engng. 54 (1935) S. 301.



Eigenschaftstafel keramischer Werkstoffe.

Von W. Weicker, Hermsdorf i. Thür., E. Kunstmann, Holenbrunn, und W. Demuth, Berlin.

621. 315. 612

Übersicht. Für die Verwendung keramischer Werkstoffe ist es erwünscht, einen Überblick über ihre Eigenschaften zu haben. Im folgenden wird für diese Werkstoffe eine Unterteilung in Gruppen vorgenommen, so daß es möglich ist, jeden keramischen Werkstoff in eine solche Gruppe einzugliedern und ihn dadurch zu kennzeichnen.

Die deutsche keramische Industrie hat sowohl hinsichtlich der Verbesserung ihrer Erzeugnisse wie der Entwicklung neuer Massen in der letzten Zeit ganz erhebliche Fortschritte gemacht. Neben den für elektrotechnische Zwecke früher ausschließlich verwendeten Porzellanmassen bzw. dem jüngeren Steatit sind eine ganze Reihe von keramischen Sondermassen entstanden, die für die verschiedensten Zwecke der Elektrotechnik, insbesondere auch der Hochfrequenztechnik, Bedeutung erlangt haben. Es ist also heute nicht mehr angebracht, bei keramischen Isolierstoffen nur von Porzellan zu sprechen.

Damit dem Konstrukteur die Übersicht über die einzelnen keramischen Werkstoffe erleichtert wird, machte sich schon seit längerer Zeit der Wunsch nach einer übersichtlichen Unterteilung geltend. Nachdem bereits früher wiederholt von verschiedenen Seiten entsprechende Vorschläge[1]) unterbreitet worden sind, haben es sich die Verfasser[2]) zur Aufgabe gemacht, eine möglichst umfassende Eigenschaftstafel aufzustellen, die hiermit in erster Ausfertigung weiteren Kreisen vorgelegt wird. Wenn sie auch in ihrer jetzigen Form (bezeichnet mit „Stand Mitte 1935") bei der sprunghaften Entwicklung keramischer Erzeugnisse keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann, so sind doch wohl alle zur Zeit für die elektrotechnische Industrie in Betracht kommenden Werkstoffe aufgeführt. Später soll die Tafel noch durch weitere Baustoffe ergänzt und erforderlichenfalls auch für noch andere Werkstoffeigenschaften erweitert werden.

Als Zahlenwerte sind in der Tafel Mittelwerte eingesetzt, die aus einer größeren Anzahl von Einzelmessungen und Veröffentlichungen gewonnen wurden und somit auch die Massen mit erfassen, die im Grenzgebiet der betreffenden Gruppe liegen. Im übrigen beziehen sich die Zahlenwerte fast ausschließlich auf genormte Prüfkörper der Deutschen Keramischen Gesellschaft (DKG) bzw. des VDE, die den in der dritten Längsspalte angegebenen Prüfvorschriften entsprechen. Die Meßwerte dienen in erster Linie dem Vergleich der keramischen Werkstoffe untereinander. Inwieweit diese an Prüfkörpern ermittelten Zahlenangaben auf fertige Stücke übertragbar sind, hängt außerordentlich von der Größe, Fertigungsart, Form, Brennweise, Glasierung usw. des betreffenden Fertigstückes ab. Dabei sei darauf hingewiesen, daß Bestrebungen bestehen, die Werte der Stoffeigenschaften auch aus Ausschnitten von Fertigerzeugnissen zu bestimmen. Insbesondere das Material-Prüfungsamt Dahlem hat bereits auf diesem Gebiet gearbeitet und ein Prüfgerät entwickelt, dessen Brauchbarkeit allerdings wohl erst noch weiter erprobt werden muß[3]). In besonderen Fällen wird es angebracht sein, daß der Konstrukteur sich bei der Herstellerfirma noch genauere Unterlagen über die im jeweiligen Falle zutreffende Fertigungsweise und höchstzulässige Beanspruchung einholt.

Als Beispiel für derartige durch die Formgebung usw. bedingte Abweichungen sei die Durchschlagsfestigkeit erwähnt. Für diese sind in der Zahlentafel Werte angegeben, die entsprechend den zuständigen VDE-Vorschriften an verhältnismäßig schwachen Versuchskörpern von 2 bis 4 mm Wandstärke mit leitend belegten halbkugelförmigen Vertiefungen, also im völlig gleichförmigen elektrischen Feld bestimmt sind. Von diesen Werten werden die an fertigen Isolatoren ganz anderer Form und Beanspruchung ermittelten spezifischen Durchschlagswerte unter Umständen erheblich abweichen. Das gleiche gilt auch für die meisten mechanischen Eigenschaften, worauf ganz besonders hingewiesen werden muß. Beispielsweise bezieht sich der im Schrifttum wiederholt genannte Zahlenwert von 400 kg/cm² für die Zugfestigkeit von Porzellan nur auf Körper, die nach dem Drehverfahren hergestellt sind, während diese Zahlenangabe für Preßteile, die für ganz andere Bedarfsfälle in Betracht kommen, natürlich nicht gelten kann und dafür auch ohne Bedeutung ist.

Vielleicht wird in der Eigenschaftstafel die Angabe bestimmter, in der Praxis schon längst bekannter und eingeführter Eigennamen vermißt werden. Da es sich hier um richtunggebende Darlegungen handelt, wurde die Nennung der Namen von Sondermassen grundsätzlich vermieden. Die Tafel gibt jedem Herstellungswerk die Möglichkeit, von ihm herausgebrachte Sondermassen in eine der angeführten Gruppen einzureihen. Dabei müssen die für jede Gruppe geltenden Mindestforderungen von der betreffenden Masse in bezug auf ihre Eigenschaften erfüllt werden. Im übrigen muß es in Zweifelsfällen dem Hersteller überlassen bleiben, die Zugehörigkeit des betreffenden Werkstoffes in die entsprechende Gruppe und die Erreichung der für diese Gruppe gültigen Eigenschaften zahlenmäßig nachzuweisen.

Der Aufbau der Eigenschaftstafel gliedert sich in fünf Hauptgruppen:

I. Porzellane (ausgeglichene, mittlere Eigenschaften),
II. Steatite (geringer Verlustwinkel, hohe Maßhaltigkeit, große mechanische Festigkeit),
III. Massen mit hohem Gehalt an Titanverbindungen (Rutilgehalt) (besonders hohe Dielektrizitätskonstante),
IV. Tonsubstanz-specksteinhaltige Massen (kleiner Ausdehnungskoeffizient und hohe Lichtbogensicherheit),
V. Tonsubstanzhaltige, z. T. auch magnesiumsilikathaltige poröse Massen mit verschiedensten Zusätzen (für Zwecke der Elektrowärme).

In der Keramik können in der Hauptsache drei verschiedene Herstellungsverfahren unterschieden werden:

Das Drehen:

Eine Bearbeitung der Masse auf der Drehscheibe (Freidrehen) oder auch unter gleichzeitiger Verwendung von Gipsformen (Eindrehen).

Das Gießen:

Die Masse wird in einen dünnflüssigen Zustand übergeführt und in saugfähigen Gipsformen vergossen.

Das Pressen:

Dabei ist Pressen in feuchtem oder trockenem Zustand zu unterscheiden. Im ersten Fall wird die mit Wasser und Öl durchfeuchtete Masse krümelartig aufbereitet, während bei der Trockenpressung die Masse in pulveriger oder körniger Form verarbeitet wird.

Das letztere Verfahren der Formgebung, welches besonders maßhaltige Stücke herzustellen gestattet, ist vornehmlich bei den Isolierstoffen der Steatitgruppe gebräuchlich, da die eigenartige weiche und fettige Struktur seines Hauptbestandteiles zumeist keinen Flüssigkeitszusatz erfordert, um Erzeugnisse von größter Maßgenauigkeit herzustellen.

Die Anwendung des einen oder anderen Herstellungsverfahrens richtet sich nach den gestellten Anforderungen. Über die drei vorbeschriebenen Hauptfertigungsarten hinaus werden gelegentlich noch weitere Sonderverfahren angewandt, wie z. B. das Pressen von Profilstücken, Stäben und Rohren aus dem Strang. Die Entscheidung über die jeweils zweckmäßigste Herstellungsart muß dem Fertiger überlassen werden.

In der Eigenschaftstafel selbst sind die verschiedenen Herstellungsverfahren im allgemeinen nicht besonders gekennzeichnet. Nur für Hartporzellan (Gruppe I) machte

[1]) Vgl. z. B. W. Weicker, ETZ 54 (1933) S. 543, und Albers-Schönberg, S. 545. Ferner: H. Handrek, Arch. techn. Messen Z 944—3, Febr. 1935, und andere.

[2]) Im Auftrage des Verbandes Deutscher Elektrotechnischer Porzellanfabriken.

[3]) ETZ 55 (1934) S. 646.



Übersichts- und Eigenschaftstafel keramischer Werkstoffe für die Elektrotechnik (Stand Mitte 1935).

	Maßeinheiten	Prüfvorschriften*	Gruppe I Hartporzellane Überwiegend tonsubstanzhaltige dichte Massen a) gedreht	b) gegossen	c) gepreßt	Gruppe II Steatite Vorwiegend magnesiumsilikathaltige dichte Massen 1) Normal	2) Sondermassen	Gruppe III Massen mit hohem Gehalt an Titanverbindungen (Rutil) 1)	2)	Gruppe IV Tonsubstanz-specksteinhaltige Massen	Gruppe V Tonsubstanzhaltige, z. T. auch magnesiumsilikathaltige poröse Massen mit verschiedenen Zusätzen
Richtung gebende Eigenschaften:			Ausgeglichene mittlere Eigenschaften			Geringer Verlustwinkel, hohe Maßhaltigkeit, große mechan. Festigkeit		Hohe Dielektrizitätskonstante		Kleiner Ausdehnungs-Koeffizient	Große Hitzebeständigkeit
Anwendungsgebiete:			Geeignet für Hoch- und Niederspannungs-Isolatoren		Geeignet für Niederspannungs-Isolationspreßteile (für Hochspannung nicht verwendbar)	Geeignet für Hoch- und Niederspannungs-Isolatoren, ferner besonders für Hochfrequenz		Geeignet für Kondensatoren, insbesondere für Hochfrequenz		Geeignet für Funken- und Lichtbogenschutz	Geeignet vornehmlich für Zwecke der Elektrowärme
1. Gefüge			dicht	dicht	dicht	dicht	dicht	dicht	dicht	dicht	porös
2. Saugfähigkeit		VDE 0446/1929	0	0	—	0	0	0	0	0	—
3. Wasseraufnahme bei 50 at 1 h lang	Gew.-Zunahme in %		0	0	0 ⋯ 0,5	0	0	0	0	0	—
4. spez. Gewicht	g/cm³		2,3 ⋯ 2,5	2,3 ⋯ 2,5	2,3 ⋯ 2,5	2,6 ⋯ 2,8	2,6 ⋯ 2,8	3,9	3,6	2,2	1,6 ⋯ 2,5
5. Zugfestigkeit, glasiert unglasiert	kg/cm²	DKG	300 ⋯ 500 240 ⋯ 320	—	—	550 ⋯ 850	550 ⋯ 950	300 ⋯ 600	300 ⋯ 500	260 ⋯ 360	90 ⋯ 160
6. Druckfestigkeit, glasiert unglasiert	kg/cm²	DKG	4000 ⋯ 5500 4000 ⋯ 4500	4000 ⋯ 5500 4000 ⋯ 4500	3000 ⋯ 4000 3000 ⋯ 3500	8500 ⋯ 9500	9000 ⋯ 10 000	6000 ⋯ 12 000	3000 ⋯ 5000	2800 ⋯ 5000	500 ⋯ 2000
7. Biegefestigkeit, glasiert unglasiert	kg/cm²		900 ⋯ 1000 400 ⋯ 800	900 ⋯ 1000 400 ⋯ 800	600 ⋯ 700 300 ⋯ 600	1200 ⋯ 1400	1400 ⋯ 1600	1000 ⋯ 1500	900 ⋯ 1500	500 ⋯ 850	150 ⋯ 400
8. Schlagbiegefestigkeit	cmkg/cm²		1,8 ⋯ 2,2	1,8 ⋯ 2,2	1,3 ⋯ 1,6	3 ⋯ 5	4 ⋯ 5	2,8 ⋯ 3,3	2,5 ⋯ 3,0	1,8 ⋯ 2,2	1,0 ⋯ 1,9
9. Elastizitätsmodul	kg/cm²	DKG	$0,7 \cdots 0,8 \cdot 10^6$	$0,7 \cdots 0,8 \cdot 10^6$	$0,7 \cdots 0,8 \cdot 10^6$	$0,9 \cdots 1,1 \cdot 10^6$	$0,9 \cdots 1,1 \cdot 10^6$	$1,1 \cdots 1,3 \cdot 10^6$	$0,9 \cdots 1,1 \cdot 10^6$	$0,9 \cdot 10^6$	—
10. Härte	nach Mohs		7 ⋯ 8 (zum Vergleich die Zahlen von Quarz = 7, Topas = 8)								
11. Lin. therm. Ausdehnungskoeffizient (20 ⋯ 100° C) α	$\left(\frac{mm}{m \cdot °C}\right)$	DKG	$3,0 \cdots 3,5 \cdot 10^{-6}$	$3,0 \cdots 3,5 \cdot 10^{-6}$	$3,0 \cdots 3,5 \cdot 10^{-6}$	$7 \cdots 9 \cdot 10^{-6}$	$6,2 \cdots 7,8 \cdot 10^{-6}$	$7 \cdots 8 \cdot 10^{-6}$	$6 \cdots 7 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdots 4,8 \cdot 10^{-6}$
12. Wärmefestigkeit (Erweichungstemperatur) Glutfestigkeit	° C	DKG	rd. 1500°	rd. 1500*	rd. 1500*	rd. 1400*	rd. 1400°	rd. 1500°	rd. 1500°	rd. 1400°	rd. 1400° ⋯ 1500°
			Die keramischen Stoffe sind nicht brennbar und bis zu Temperaturen über 1000° C hitzebeständig								
13. Beständigkeit gegen Chemikalien			Beständig gegen alle Alkalien und Säuren (bei Raumtemperatur) außer Flußsäure.								
14. Durchschlagsfestigkeit bei 50 Hz „ 10^6 Hz	kV/mm	VDE 0303/1929 —	34 ⋯ 38	34 ⋯ 38	—	20 ⋯ 30	35 ⋯ 45 25 ⋯ 27	10	15 ⋯ 20	20	—
15. Dielektrizitätskonstante bei 50 Hz bei $10^6 \cdots 10^7$ Hz		VDE 0303/1929 —	5,0 ⋯ 6,5	5,0 ⋯ 6,5	—	5,5 ⋯ 6,5	5,6 ⋯ 6,5	80 ⋯ 88 70 ⋯ 80	40	5,0 ⋯ 5,5	—
16. Dielektr. Verlustfaktor bei 50 Hz „ 800 Hz „ $10^6 \cdots 10^7$ Hz	$10^4 \cdot tg\,\delta$	VDE 0303 VDE 0303 —	170 ⋯ 250 70 ⋯ 120	170 ⋯ 250 70 ⋯ 120	— —	25 ⋯ 30 15 ⋯ 20	10 ⋯ 15 9 3 ⋯ 5	— 300 3 ⋯ 15	— 100 6 ⋯ 20	200 40 ⋯ 70	—
17. Isolationswiderstand nach Messung mit Gleichspannung bei 20° C 200° C 300° C 400° C 500° C 600° C	$\Omega \cdot cm$		$> 10^{14}$ $1,6 \cdot 10^7 \cdots 2,0 \cdot 10^9$ $1,0 \cdot 10^6 \cdots 4,0 \cdot 10^7$ $1,6 \cdot 10^5 \cdots 3,4 \cdot 10^6$ $3,4 \cdot 10^4 \cdots 4,5 \cdot 10^5$ $1,0 \cdot 10^4 \cdots 1,0 \cdot 10^5$			$6,0 \cdot 19^9$ $1,0 \cdot 10^8$ $7,0 \cdot 10^6$ $1,0 \cdot 10^6$ $3,0 \cdot 10^5$	etwa 10^{12} $2,5 \cdot 10^{10} \cdots 3,0 \cdot 10^{10}$ $1,5 \cdot 10^9 \cdots 1,9 \cdot 10^9$ $1,5 \cdot 10^8 \cdots 2,0 \cdot 10^8$ $2,3 \cdot 10^7 \cdots 3,3 \cdot 10^7$	$25 \cdot 10^8$	$1,2 \cdot 10^8$	$1,2 \cdot 10^8 \cdots 2,5 \cdot 10^9$ $6,0 \cdot 10^6 \cdots 7,0 \cdot 10^7$ $5,0 \cdot 10^5 \cdots 5,6 \cdot 10^6$ $7,6 \cdot 10^4 \cdots 7,6 \cdot 10^5$ $2,4 \cdot 10^4 \cdots 2,3 \cdot 10^5$	$3,2 \cdot 10^9 \cdots 2,5 \cdot 10^{11}$ $1,0 \cdot 10^8 \cdots 2,5 \cdot 10^9$ $1,0 \cdot 10^7 \cdots 1,6 \cdot 10^8$ $1,5 \cdot 10^6 \cdots 1,8 \cdot 10^7$ $3,6 \cdot 10^5 \cdots 3,1 \cdot 10^6$
18. Oberflächenwiderstand	Vergleichszahl 0 ⋯ 5	VDE 0302 **	4	4	4	4	4	—	—	—	4

* DKG bedeutet: Untersuchungs- und Prüfungsverfahren keramischer Rohstoffe und Erzeugnisse [s. Ber. dtsch. keram. Ges. 8 (1927) S. 44].
VDE „ : Prüfungsvorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

** Glimmlampenprüfungen und Spitzentasterprüfungen nach VDE 0303 und VDE 0335.

Bemerkungen: Alle Zahlenwerte sind ermittelt an besonders hergestellten Probekörpern, da beispielsweise für die Biegefestigkeit oder Schlagbiegefestigkeit aus Fertigteilen ausreichend große Stücke nicht entnommen werden können. Die Zahlen können demnach nur als Richtwerte dienen, sie sind nicht in allen Fällen aus Fertigstück-Teilausschnitten wieder zu gewinnen.
Zahlen ohne Nebenstellen sind abgerundete Werte.
Nicht ausgefüllte Zahlenwerte bedeuten im Einzelfall, daß diese für die technische Verwendung der Stoffe ohne Belang sind.

sich von vornherein eine entsprechende Unterteilung nötig, da ganz allgemein die nach dem Feuchtpreßverfahren (Gruppe Ic), das für Hartporzellan vorzugsweise in Betracht kommt, hergestellten Isolierkörper sich erheblich anders verhalten und beispielsweise für Hochspannungszwecke gar nicht verwendbar sind. Überhaupt besteht in elektrischer und mechanischer Hinsicht grundsätzlich eine gewisse Überlegenheit der im Dreh- und Gießverfahren hergestellten Körper gegenüber gepreßten Teilen. Im übrigen weichen je nach der Zusammensetzung des Hartporzellans (Gruppe I) aus Tonsubstanz, Feldspat und Quarz, wobei jedoch stets die Tonsubstanz, ein wasserhaltiges Aluminiumsilikat, mengenmäßig überwiegt, auch die physikalischen Eigenschaften wesentlich ab. Jedenfalls ist es nicht möglich, mit ein und demselben Versatz Höchstwerte aller in Frage kommenden Eigenschaften zu erzielen.

Die in Gruppe II aufgeführten keramischen Werkstoffe zeichnen sich vor allem durch ihre guten mechanischen Eigenschaften sowie große Maßhaltigkeit (namentlich bei Trockenpressung) aus. Weiter sind sie (vor allem die Sondermassen nach Gruppe II 2) durch ihren geringen Verlustwinkel gekennzeichnet, der sie besonders für Zwecke der Hochfrequenztechnik geeignet macht. Als Hauptbestandteil enthalten die Erzeugnisse der Gruppe II Speckstein oder Talk, ein wasserhaltiges Magnesiumsilikat, zu deren Verdichtung je nach den benötigten Eigenschaften Zusätze verschiedenster Art gegeben werden. Das Kristallgefüge dieser Massen zeigt als kennzeichnenden Unterschied gegenüber Hartporzellan ein dichtverfilztes Netzwerk nadelartiger Kristalle.

Das wesentliche Merkmal der Werkstoffe der Gruppe III ist ihre hohe Dielektrizitätskonstante, die ein Vielfaches der sonstigen keramischen Massen bei gleichzeitig niedrigem dielektrischen Verlustfaktor beträgt. Für den Bau von Kondensatoren ergibt diese Tatsache neue Grundlagen zur Erzielung hoher Kapazitäten auf außerordentlich kleinem Raum. Weiter sind als zu dieser Gruppe gehörig noch Massen zu nennen, die sich durch eine verschwindend kleine Temperaturabhängigkeit der Dielektrizitätskonstante auszeichnen und infolgedessen für gewisse Zwecke der Hochfrequenztechnik besondere Bedeutung besitzen.

In Gruppe IV sind diejenigen Werkstoffe aufgeführt, die ihrer Zusammensetzung nach zwischen den tonsubstanzreichen (der Gruppe I) und den magnesiareichen (der Gruppe II) liegen und sich durch einen besonders kleinen Ausdehnungskoeffizienten und demzufolge eine erhöhte Temperaturwechselbeständigkeit auszeichnen. Infolgedessen sind diese Werkstoffe in allen den Fällen angebracht, wo eine erhöhte Sicherheit gegen die zerstörende Wirkung von Lichtbögen, Funken usw., überhaupt größere Temperaturgegensätze, in Betracht kommen. Außer in der Hochspannungstechnik werden diese Massen vornehmlich für Niederspannungs-Isolierteile, die dem Schaltfeuer oder sonstiger starker örtlicher Erhitzung ausgesetzt sind, und in Sonderfällen auch in der Hochfrequenztechnik verwendet.

In der Gruppe V, poröse Massen, sind alle die Massen zusammengefaßt, die zwar bei Zimmertemperatur in ihrer Isolationsgüte hinter den dichten Stoffen zurückstehen, die jedoch infolge ihrer Unempfindlichkeit gegen Temperaturwechsel und ihrer geringen Wärmeleitfähigkeit als Heizdrahtträger in Elektrowärmegeräten bevorzugt verwendet werden.

Die Grenzbereiche in den Zahlenangaben dieser Massen sind in Rücksicht auf die außerordentliche Mannigfaltigkeit der hierunter einzubeziehenden Massen wesentlich weiter als bei den anderen Gruppen gefaßt worden. Aus dem gleichen Grunde lassen sich daher auch über die Zusammensetzung der Stoffe in dieser Gruppe keine einheitlichen zahlenmäßigen Angaben machen, da die verschiedensten Zuschlagstoffe Verwendung finden können. Nach den jeweiligen Anwendungsgebieten wird der Aufbau der porösen Stoffe verschieden sein müssen. Allgemein läßt sich wohl sagen, daß die grobporösen Massen in der Elektrowärmetechnik wegen ihrer Unempfindlichkeit gegen rasche Anheizung und Abkühlung den Vorzug vor den Porzellanen und Steatiten und den mechanisch etwas höherwertigen feinporösen Massen besitzen.

Eine besondere Stellung unter den meist körnig porösen Massen dieser Gruppe nehmen die Stoffe mit niedrigem linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten ein, die gleichzeitig mechanisch hochwertig sind und meist als Abarten der Isolierstoffe der Gruppe IV entwickelt worden sind. Neben ihrer ausgedehnten Anwendung zu keramischen Heizplatten sind sie wegen ihrer hohen Temperaturunempfindlichkeit besonders für Funkenlöschkammern geeignet. Jedenfalls wird es immer möglich sein, aus der Vielzahl der Massen der Gruppe V den jeweils am besten geeigneten Baustoff auszuwählen.

Zusammengefaßt sei betont, daß mit der vorliegenden Eigenschaftstafel angestrebt worden ist, alle bei der Verwendung keramischer Baustoffe irgendwie bedeutungsvollen Gesichtspunkte zu erfassen, dem Konstrukteur weitestgehende Unterlagen zu bieten und ihn von vornherein vor unzweckmäßigen Anwendungen keramischer Stoffe zu bewahren. Gleichzeitig soll diese Tafel die Grundlage für eine spätere Ausgabe eines Richtlinienblattes keramischer Werkstoffe schaffen, wie solche Blätter beim VDE schon mehrfach für andere Stoffreihen vorliegen.

Im übrigen sind sich die Verfasser bewußt, daß nur durch regen Gedankenaustausch zwischen Erzeuger und Verbraucher weitere Fortschritte erzielt werden können, die hoffentlich recht bald zu einer erweiterten Ausgabe vorliegender Eigenschaftstafel führen werden.

Zusammenfassung.

Für die keramischen Werkstoffe wird eine Eigenschaftstafel angegeben, in der eine Unterteilung der Werkstoffe nach Gruppen erfolgt. Die Gruppengliederung ergibt sich aus der mineralischen Zusammensetzung der keramischen Werkstoffe und gewissen, für den betreffenden Werkstoff Richtung gebenden Eigenschaften. Bei der Verschiedenartigkeit der in nur 5 Gruppen zusammengefaßten keramischen Werkstoffe mußten die Grenzen der Werkstoffeigenschaften innerhalb einer Gruppe ziemlich weit gezogen werden. Bei Einordnung von keramischen Sondermassen in eine der Gruppen müssen die unteren Grenzen sämtlicher angegebener Werte mindestens erreicht sein.

Die Glimmindikatorröhren mit drei und vier Elektroden zur optischen Abstimmung von Rundfunkempfängern.

Von W. Heinze und W. Pohle, Berlin.

621. 327. 5 : 621. 396. 622

Übersicht. Eine Glimmlampe (Glimmindikatorröhre), mit welcher in Rundfunkempfängern optisch abgestimmt werden kann, wird beschrieben. Verschiedene Schaltungen für diese Lampe werden angegeben. Eine Sonderausführung dieser Lampe mit vier Elektroden kann nebenbei zur Beseitigung von Störgeräuschen verwendet werden.

Die Verfeinerung der neuzeitlichen Rundfunkempfänger bringt es mit sich, daß die genaue Einstellung des Gerätes auf die gewünschte Wellenlänge, wenn sie lediglich nach dem Gehör vorgenommen wird, vielen Hörern Schwierigkeiten bereitet. Es zeigte sich das Bedürfnis nach einem Hilfsmittel zur Abstimmung, das in objektiver Weise festzustellen gestattet, wann die günstigste Einstellung gefunden ist. Die Glimmindikatorröhren eignen sich besonders gut für diesen Zweck, da sie die richtige Einstellung des Empfängers auf die gewünschte Wellenlänge sinnfällig zeigen und nur einen geringen Energieverbrauch aufweisen. In einer früheren Veröffentlichung[1]) sind bereits ausführlich die physikalischen und elektrischen Grundlagen der Glimmindikatorröhren behandelt worden.

Glimmindikatorröhren mit drei Elektroden.

Diese Glimmindikatorröhren haben eine stabförmige Kathode, eine ringförmige Anode und eine zwischen Anode und Sockel der Röhre befindliche, ebenfalls ringförmig aus-

[1]) W. Pohle und H. Straehler, ETZ 55 (1934) S. 295.



gebildete Hilfselektrode. Der Anschluß geschieht mittels eines Zwergvierstiftsockels. Die Anode ist an den dicken Sockelstift angeschlossen, die Kathode an den gegenüberliegenden dünnen Stift, während die Hilfselektrode mit einem der beiden anderen dünnen Stifte verbunden ist. Um die Gewähr zu haben, daß die Hilfselektrode auf alle Fälle angeschlossen ist, können in der Fassung die beiden Kontakte, die für die beiden einander gegenüberliegenden dünnen Stifte bestimmt sind, miteinander verbunden werden.

Je nach dem Strom, der durch die Glimmlampe fließt, bedeckt sich die Kathode mehr oder weniger mit Glimmlicht, so daß man bei geeigneter Schaltung der Röhre aus der Länge der so entstehenden leuchtenden Säule den Abstimmungszustand des Empfängers erkennt.

Die für eine solche optische Abstimmung grundsätzlich vorzunehmende Schaltung zeigt Abb. 1.

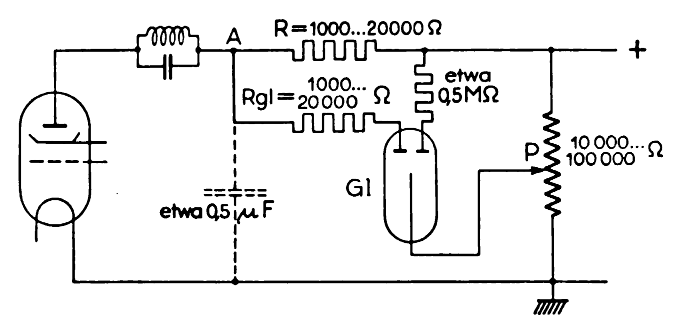


Abb. 1. Grundsätzliches Schaltungsbeispiel für die Glimmindikatorröhre mit drei Elektroden als optischer Anzeiger.

Die Wirkungsweise der Schaltung beruht darauf, daß sich beim Einfallen eines Senders der Anodenstrom des Empfangsgleichrichters bzw. der Schwundausgleichröhre ändert. In dem Anodenstromkreis dieser Röhre liegt ein Widerstand *R*, an dem ein veränderlicher Spannungsabfall auftritt, der zur Aussteuerung der Glimmröhre benutzt wird. Dieser Widerstand muß so bemessen sein, daß bei Abstimmung des Empfängers auf einen Sender, der die höchst zulässige Empfangsfeldstärke liefert, die Kathode der Glimmröhre mit Glimmlicht vollständig bedeckt ist. Es muß dann unter Berücksichtigung des in den Stromkreis der Glimmröhre eingeschalteten Widerstandes *Rgl* die Höchststromstärke der Glimmlampe erreicht werden[2]). Ist z. B. der Anodenwiderstand *R* so gewählt, daß während des Abstimmens am Anschlußpunkt *A* eine größte Spannungsänderung von 30 V auftritt, so muß der Vorschaltwiderstand *Rgl* etwa 10 000 Ω betragen, um die volle Bedeckung der Kathode mit Glimmlicht zu erzielen, wenn eine Glimmröhre für einen Höchststrom von 2 mA verwendet wird. Die Empfindlichkeit einer gegebenen Glimmindikatorröhre ist natürlich um so größer, je kleiner der Widerstand *Rgl* gegenüber dem Widerstand *R* ist. Bei verschiedenen Glimmindikatorröhren hat man aber auf Unterschiede der unmittelbar zwischen Anode und Kathode gemessenen Brennspannung Rücksicht zu nehmen. Diese wirken sich um so weniger auf die Bedeckung aus, je größer der Widerstand *Rgl* gemacht wird. Die durch einen hohen Wert des Widerstandes *Rgl* bewirkte Verminderung der Empfindlichkeit der Glimmindikatorröhre kann dadurch vermieden werden, daß die Kathode an einen Widerstandsspannungsteiler *P* mit beweglichem Abgriff geführt wird. Um das Anlegen der vollen Anodenspannung durch Abgriff in der Nähe des Erdanschlusses am Spannungsteiler zu verhindern, kann man entweder einen Anschlag oder eine Unterteilung vorsehen. Beim kleinsten Anodenstrom tritt die größte Bedeckung der Kathode der Glimmröhre auf. Beim Überschreiten der günstigsten Einstellung nimmt die Bedeckung wieder ab. Um etwa auftretende Pfeifgeräusche zu vermeiden, empfiehlt es sich, einen Kondensator von ungefähr 0,5 μF zwischen die Anode der Glimmröhre und Erde zu legen.

Die als Hilfselektrode bezeichnete zweite ringförmige Elektrode dient zur Vorzündung der Hauptentladung in der Glimmröhre. Man kann sie dazu als Hilfsanode oder als Hilfskathode schalten. Die Schaltung als Hilfsanode, wie sie auch in Abb. 1 angenommen ist, dürfte im allgemeinen vorzuziehen sein. Die Hilfselektrode liegt dabei über einen Vorschaltwiderstand von 0,5 MΩ an der Anodenleitung des Gerätes. Verwendet man die Hilfselektrode als Kathode, so soll der Strom, der über die Hilfselektrode fließt, nicht größer sein als 0,3 mA. Die zur Zündung der Hilfsentladung erforderliche Mindestspannung beträgt 190 V.

Hat die Hilfselektrode gezündet, so wird durch die kräftige Vorionisation ein gleichmäßiges Arbeiten der Glimmröhre bis zu den kleinsten Stromstärken erzielt. Es setzt dann nämlich ohne jede Verzögerung die Hauptentladung ein, sobald die an den Hauptelektroden liegende Spannung den Wert der Brennspannung überschreitet, und die Bedeckung der Kathode wächst mit steigender Stromstärke. Wäre dagegen die Hilfsentladung nicht vorhanden, so würde die Hauptentladung erst einsetzen, wenn die höher als die Brennspannung liegende Zündspannung der Röhre erreicht ist. Nach erfolgter Zündung würde sich dann ein durch die Größe des Vorschaltwiderstandes im Hauptelektrodenkreis bestimmter Teil der Kathode sprunghaft mit Glimmlicht bedecken.

Glimmindikatorröhre mit vier Elektroden.

Bei der Glimmindikatorröhre mit vier Elektroden für Ströme bis zu etwa 2 mA befindet sich eine vierte Elektrode etwa 16 mm oberhalb der Anode (Abb. 2). Der Anschluß dieser Hilfselektrode erfolgt an der am oberen Ende der Röhre befindlichen Kappe. Diese Glimmindikatorröhre dient ebenso wie diejenige mit drei Elektroden in der Hauptsache zur optischen Abstimmung des empfangenen Senders. Daneben können aber auch mit der vierten als Sonde arbeitenden Elektrode die bei Empfangsgeräten mit selbsttätigem Schwundausgleich beim Übergang von einem Sender auf einen anderen auftretenden äußerst lästigen Störgeräusche beseitigt werden. Diese günstige Nebenwirkung wird dadurch erreicht, daß die an der stabförmigen Kathode entlangwandernde Lichtsäule neben ihrer Hauptaufgabe als optischer Abstimmungsanzeiger nebenbei noch bei genügender Glimmlichtlänge eine leitende Verbindung zwischen der Kathode und der Sonde herstellt. Durch geeignete Schaltung dieser Glimmröhre kann nun erreicht werden, daß der Niederfrequenzverstärker des Empfängers abgeschaltet ist, solange das Glimmlicht die Sonde noch nicht erreicht hat. Sobald dagegen bei der nun allein mittels der optischen Anzeige vorzunehmenden Abstimmung die Glimmsäule die Sonde berührt, wird die Niederfrequenzverstärkung eingeschaltet. Diese

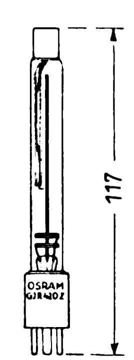


Abb. 2. Glimmindikatorröhre mit vier Elektroden für einen Höchststrom von 2 mA.

arbeitet also nur dann, wenn die Feldstärke des empfangenen Senders ein gewisses Maß überschreitet. Durch die Sperrung der Niederfrequenzröhre wird natürlich die Verstärkung der Störgeräusche verhindert. Die erforderliche Sperrung erfolgt bei Eingitterröhren im Gitterkreis, während sie bei Schirmgitterröhren entweder im Gitter- oder im Schirmgitterkreis vorgenommen werden kann.

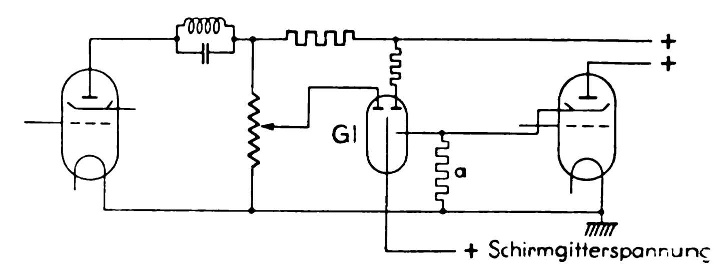


Abb. 3. Schaltung der Glimmindikatorröhre als optischer Anzeiger in Verbindung mit geräuschloser Abstimmung (Sperrung durch das Schirmgitter).

S p e r r u n g d u r c h d a s S c h i r m g i t t e r: Mit Rücksicht auf die weit verbreitete Anwendung der Schirmgitterröhre soll zunächst eine Schaltung beschrieben werden, bei welcher das Schirmgitter als verhältnismäßig wenig störanfälliges Glied gesperrt wird (Abb. 3). Hierbei



[2]) S. Fußnote 1, Abb. 2.

sind die beiden Anoden genau so geschaltet wie bei der Glimmindikatorröhre mit drei Elektroden. Auch die eingeschalteten Widerstände besitzen die gleiche Größe wie bei der Dreielektroden-Glimmröhre. Die Sonde ist einerseits unmittelbar mit dem Schirmgitter und anderseits über einen hohen Widerstand *a* mit der Erde verbunden. An die Kathode wird die Schirmgitterspannung angelegt. Die Größe der Schirmgitterspannung ist in bekannter Weise aus der Arbeitskennlinie der Schirmgitterröhre bei dem betreffenden Außenwiderstand zu entnehmen. Damit man die Länge des Glimmlichts willkürlich verändern und dadurch je nach den vorhandenen örtlichen Empfangsfeldstärken eine einwandfreie optische Abstimmung ermöglichen kann, wird zweckmäßig der Widerstand, an welchem die Anode der Glimmindikatorröhre liegt, als Spannungsteiler ausgebildet, an dessen beweglichen Abgriff die Anode gelegt wird. Die gesamte Anordnung arbeitet dann so, daß das Schirmgitter über den Widerstand *a* Erdpotential besitzt, solange das Kathodenglimmlicht die Sonde noch nicht berührt hat. Infolgedessen ist der Anodenstrom der Schirmgitterröhre gesperrt. Sobald das Glimmlicht bei ausreichend großer Feldstärke des empfangenen Senders die Sonde erreicht, wird zwischen der Kathode und der Sonde eine leitende Verbindung hergestellt, so daß dann die Schirmgitterspannung an dem Schirmgitter liegt und die Röhre arbeitet. Der Zweck des Widerstandes *a* ist nur, dem Schirmgitter auch im abgeschalteten Zustande ein bestimmtes Potential zu geben. Man kann ihn daher bedenkenlos sehr groß wählen, so daß der über ihn nutzlos zur Erde abfließende Strom möglichst klein gehalten wird. Zweckmäßig wählt man ihn zu 5 bis 10 MΩ. Wird der Widerstand zu klein gewählt, so reißt die Entladung beim Zurückgehen des Kathodenglimmlichtes nicht ab, sondern brennt zwischen Anode und Sonde weiter, da dann die Spannung zwischen diesen beiden Elektroden größer ist als die zwischen Anode und Kathode der Glimmindikatorröhre vorhandene. Bei der Anwendung dieser Schaltung ist weiterhin noch zu beachten, daß die durch das Glimmlicht hergestellte Verbindung zwischen Kathode und Sonde nicht gänzlich widerstandslos ist. Da nun der Widerstand dieser Entladungsstrecke von der Bedeckung der Kathode mit Glimmlicht abhängt, ist der im Sondenkreis fließende Strom und damit auch die Spannung am Schirmgitter von der Bedeckung der Kathode mit Glimmlicht abhängig. Bei der Einstellung der Gittervorspannung für die Schirmgitterröhre ist darauf Rücksicht zu nehmen, damit keine Verzerrungen des Anodenstromes auftreten. Um die Änderungen der Schirmgitterspannung so klein wie möglich zu halten, ist es nicht zweckmäßig, in den Schirmgitterkreis irgendwelche Widerstände einzuschalten, da dadurch die Abhängigkeit der Spannung am Schirmgitter von der Bedeckungslänge des Glimmlichts noch vergrößert wird.

Mit Rücksicht auf die Brennspannung der Glimmröhre, die rd. 160 V beträgt, muß die Spannungsdifferenz zwischen Erde und Abgriff mindestens 160 V plus Schirmgitterspannung der Niederfrequenzröhre betragen.

Ferner ist für die Anwendbarkeit der Glimmindikatorröhre in dieser Schaltung die Bedingung von grundlegender Bedeutung, daß der im Sondenkreis fließende Strom nicht größer sein darf als rd. 0,2 mA. Überschreitet die Stromstärke diesen Wert, so tritt eine selbständige Glimmentladung an der Sonde ein. Dadurch erfolgt die Abschaltung der Schirmgitterspannung nicht mehr in dem Augenblick, in dem das Kathodenglimmlicht die Sonde gerade nicht mehr berührt. Die genannte Schaltung kann also nur unter der Bedingung verwandt werden, daß der Schirmgitterstrom nicht größer als 0,2 mA ist. Dies ist nur dann der Fall, wenn die Schirmgitterröhre als Widerstandsverstärker verwandt wird, bei dem im Anodenkreis ein entsprechend großer Außenwiderstand liegt, und die Schirmgitterspannung verhältnismäßig niedrig ist.

Sperrung durch das Steuergitter: Die Voraussetzung eines genügend kleinen Schirmgitterstromes ist z. B. dann nicht erfüllt, wenn unmittelbar die Endröhre gesperrt werden muß. In diesem Falle muß die Sperrung im Gitterkreis vorgenommen werden. Bei Benutzung von Eingitterröhren ist dies natürlich überhaupt die einzige Möglichkeit, die Röhre zu sperren. Die bei dieser Art von Sperrung grundsätzlich angewendete Schaltung ist in Abb. 4 dargestellt. Die Sperrung erfolgt durch eine ausreichend große negative Gittervorspannung, die über den Vorwiderstand R_1 an das Gitter gelegt wird. Wenn nun bei ausreichender Empfangsfeldstärke das Glimmlicht die Sonde berührt, so wird die Gittersperrspannung über die Sonde praktisch kurzgeschlossen, und es liegt dann nur noch die in der üblichen Weise am Kathodenwiderstand R_k erzeugte Betriebsgittervorspannung an der Verstärkerröhre. Die Größe des Widerstandes R_1 ist bestimmt einerseits durch die zur vollständigen Sperrung notwendige Gittersperrspannung und anderseits durch die Forderung, daß der im Sondenkreis fließende Strom nicht wesentlich größer sein darf als 0,2 mA.

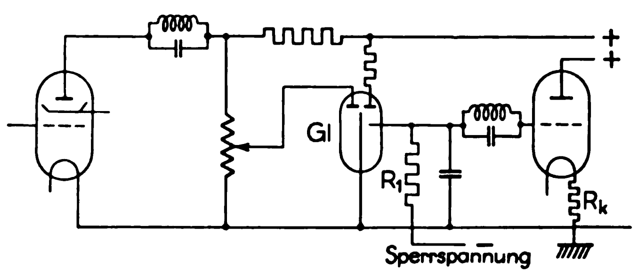


Abb. 4. Schaltung der Glimmindikatorröhre als optischer Anzeiger in Verbindung mit geräuschloser Abstimmung (Sperrung durch das Steuergitter).

Da die Strecke Kathode—Sonde nicht ganz widerstandslos ist und sich ihr Widerstand mit der Bedeckung der Kathode mit Glimmlicht ändert, besitzt die angegebene Schaltung den Nachteil, daß die Betriebsgittervorspannung von der Bedeckung der Kathode der Glimmindikatorröhre abhängig ist. Die Verwendung der Glimmindikatorröhre in dieser Schaltung ist daher nur bei Röhren mit großem Durchgriff zulässig, bei denen die genaue Einhaltung der Betriebsgittervorspannung nicht sehr kritisch ist. Ein Wert des Durchgriffs von 10 % dürfte als untere Grenze angesehen werden.

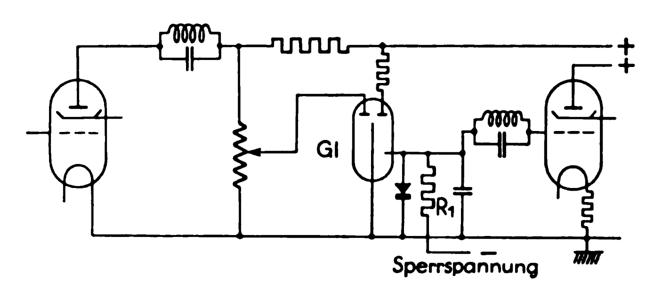


Abb. 5. Schaltung der Glimmindikatorröhre als optischer Anzeiger in Verbindung mit geräuschloser Abstimmung (Sperrung durch das Steuergitter bei zusätzlicher Hilfsschaltung mit einem Gleichrichter).

Hilfsschaltung mit Gleichrichter: Eine Schaltung, durch welche der genannte Nachteil vermieden wird, ist in Abb. 5 wiedergegeben. Durch die Anwendung dieser Schaltung wird erreicht, daß die Gittervorspannung der die Sperrung übernehmenden Röhre bei allen Glimmlichtbedeckungen der Kathode der Indikatorröhre die gleiche ist, vorausgesetzt, daß das Glimmlicht die Sonde erreicht. Dadurch ist es möglich, die Glimmindikatorröhre als Störsperre auch bei Röhren mit sehr kleinem Durchgriff anzuwenden, insbesondere auch in solchen Empfängern, bei denen unmittelbar die Schutzgitterendröhre gesteuert wird.

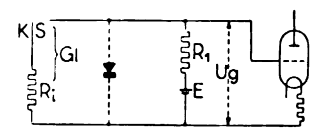


Abb. 6. Ersatzschaltbild der Hilfsschaltung mit einem Gleichrichter aus Abb. 7 bei Sperrung durch das Steuergitter.

Wesentlich an dieser Schaltung ist einmal die Verwendung eines Sperrwiderstandes R_1 mit erheblich größerem Widerstandswert als der in den zuvor betrachteten Fällen angewandte und ferner ein der Strecke Sonde—Kathode parallelgeschalteter Gleichrichter. Worauf die durch diese Schaltung erreichbare Unveränderlichkeit der Gittervorspannung zurückzuführen ist, ist an Hand des Ersatzschaltbildes Abb. 6 zu ersehen. Darin bedeutet S—K die

Strecke Sonde—Kathode der Indikatorröhre, R_i den inneren Widerstand dieser Strecke, R_1 den der Sonde vorgeschalteten Widerstand und E die Gittersperrspannung. Beim Auftreten einer Glimmentladung zwischen S und K hat S ein höheres Potential als K. Infolgedessen muß bei unendlich großem Sperrwiderstand R_1 die Gitterspannung U_g positiv sein, dagegen muß bei verschwindend kleinem R_1 die Gitterspannung U_g negativ sein, da dann die Sperrspannung E unmittelbar am Gitter liegt. Wird also R_i, angefangen von kleinen Werten, vergrößert, so ist zu-

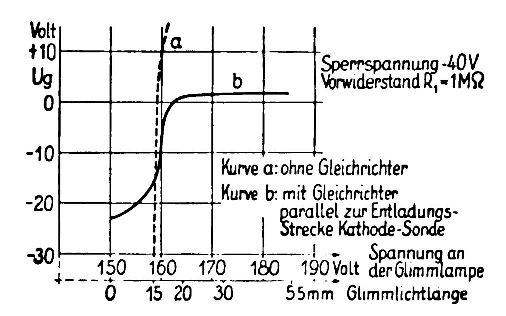


Abb. 7. Auswirkung des Gleichrichters in der Hilfsschaltung aus Abb. 5 auf die Abhängigkeit der Steuergittervorspannung von der Länge des Glimmlichtes bzw. der Spannung an der Glimmlampe.

nächst die durch das Zusammenwirken von Sonden- und Sperrspannung hervorgerufene Gitterspannung U_g negativ, solange $R_1 < R_i$ ist, sie wird dagegen positiv, sobald $R_1 > R_i$ ist. Die so entstehende Gitterspannung ist, wie nebenbei bemerkt werden mag, nicht unveränderlich, sondern hängt von der Glimmlichtbedeckung ab, mit der R_i sich ändert. Während es nun auf keine Weise möglich ist, die im Falle $R_1 < R_i$ am Gitter durch die Einschaltung der Indikatorröhre entstehenden negativen Ladungen zu beseitigen und dadurch eine Unveränderlichkeit der Gittervorspannung zu erzielen, können die im Falle $R_1 > R_i$ entstehenden positiven Ladungen in einfacher Weise mittels des in Abb. 6 punktiert eingezeichneten Gleichrichters beseitigt werden. In der Abb. 7 ist die experimentell ermittelte Abhängigkeit der Gittervorspannung U_g von der Spannung an der Glimmindikatorröhre bzw. von der Glimmlichtlänge dargestellt. Man erkennt die bei nicht eingeschaltetem Gleichrichter (Kurve a) auftretende außerordentlich starke Abhängigkeit der Gittervorspannung von der Länge des Glimmlichtes. Wird dagegen ein Gleichrichter, z. B. ein Trockengleichrichter, der Glimmindikatorröhre parallelgeschaltet, so ergibt sich die Kurve b, bei der unmittelbar, nachdem das Glimmlicht die Sonde erreicht hat, die Gitterspannung unabhängig von der Glimmlichtlänge einen unveränderlichen Wert besitzt.

Man kann also mit der Glimmlampe mit vier Elektroden durch eine einfache optische Anzeige den günstigsten Abstimmungszustand eines Rundfunkempfängers einstellen und bei geeigneter Schaltung nebenbei die bei der Abstimmung auftretenden Störungen beseitigen.

Zusammenfassung.

Bei der als optischer Abstimmungsanzeiger benutzten Glimmindikatorröhre mit drei Elektroden wird der sich bei der Abstimmung ändernde Anodenstrom verwendet, um die Länge des Glimmlichts auf der stabförmigen Kathode zu steuern. Auf die richtige Bemessung des dabei in den Anodenkreis der Verstärkerröhre bzw. vor die Anode der Glimmindikatorröhre einzuschaltenden Widerstandes wird hingewiesen und eine Schaltung zur Erzielung größter Empfindlichkeit bei der Abstimmungsanzeige angegeben. Eine dritte Elektrode gewährleistet ein gleichmäßiges, sprungfreies Arbeiten der Glimmindikatorröhre.

Mit Hilfe der ebenfalls als optischer Abstimmungsanzeiger benutzten Glimmindikatorröhre mit vier Elektroden können nebenbei die bei der Abstimmung auftretenden Störgeräusche unterdrückt werden. Grundsätzlich wird dabei bei fehlender Hochfrequenzspannung die Niederfrequenzverstärkung gesperrt. Bei der dafür am besten geeigneten Schaltung wird die Sperrung im Gitterkreis der Niederfrequenzverstärkerröhre vorgenommen und der Glimmindikatorröhre ein Trockengleichrichter parallelgeschaltet.

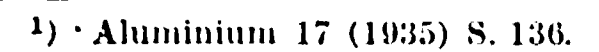
Das Schmelzen von Aluminium im Induktionsofen.

621. 365. 5 : 669. 71

In einer neuen Schmelzofenausführung[1]) werden die Leichtmetalleinsätze in einem tiegelförmigen Herdraum niedergeschmolzen. Die vorherige Schmelze wird nicht ganz ausgeleert, vielmehr bleibt stets ein flüssiger Rest vorhanden, der in einer Rinne einen Transformatorenschenkel mit seiner Primärspule umschließt. Der Einsatz an festem Metall wird von dem flüssigen Rest der vorhergehenden Schmelze aufgenommen und heruntergeschmolzen bei einer Einschmelzzeit von 60 bis 90 min. Die feuerfeste Auskleidung für den Herd und die Schmelzrinne konnte nach längeren Versuchen ausfindig gemacht werden; ihre Haltbarkeit beträgt mehr als 1000 Schmelzungen. Der neue Induktionsofen bietet beim Schmelzen von Leichtmetallen folgende Vorteile: Erzielung eines einwandfreien und gasfreien Gusses, geringen Metallabbrands, bei schneller Einschmelzzeit und hoher Schmelzleistung, geringen Stromverbrauchs infolge der kurzen Schmelzdauer, eines günstigen Leistungsfaktors $\cos\varphi$, der den unmittelbaren Anschluß an jedes beliebige Stromversorgungsnetz zuläßt. Ein Ofen dieser Bauart von 400 kg Inhalt leistet in 24 h 12 bis 15 Schmelzungen und dient in der Hauptsache zum Gießen von Silumin; dabei werden die im eigenen Werk anfallenden Drehspäne mit anderen Abfällen zusammen diesem Ofen wieder zugeführt. Es ergibt sich ein gesunder Guß ohne Anwendung von Flußmitteln.

Da der Hochfrequenz-Induktionsofen in Eisen- und Stahlgießereien gute Erfolge zu verzeichnen hat, ging man daran, ihn auch für die Schmelzung von Aluminium nutzbar zu machen. Da die Wärme im Metall selbst erzeugt wird und somit der heißeste Teil des Ofens dieses selbst ist, wird die Ausmauerung dieser Öfen bei weitem nicht in dem Maße beansprucht wie die Ausmauerung von gas- oder koksgefeuerten Öfen. Bei einem kürzlich in Betrieb gekommenen Ofen wird der Hochfrequenzstrom in Hochfrequenzgeneratoren erzeugt. Da die Hochfrequenzspule eine erhebliche Selbstinduktion besitzt und ein wirtschaftlicher Betrieb nur dann möglich ist, wenn der Ofen mit einem $\cos\varphi$ von 0,9 voreilend bis 0,9 nacheilend, d. h. von rd. 1 arbeitet, werden zum Ausgleich der Selbstinduktion Kondensatoren in den Ofenkreis eingeschaltet. Die Hochfrequenz-Induktionsofenanlage wurde so angelegt, daß Umformer und Kondensatoren sich in einem besonderen Hochspannungsraum befinden. Der Ofen ist für einen Inhalt von 250 kg Aluminium gebaut und gestattet die Erzielung befriedigender Ergebnisse in elektrischer und auch in metallurgischer Hinsicht. Die vorher gehegten Befürchtungen, die durch das Kraftfeld der Spule verursachte Bewegung des Metallbades würde sich nachteilig auf die Schmelze auswirken, sind nicht eingetreten. Im Gegenteil, im praktischen Betrieb zeigte es sich, daß die Badbewegung nicht einmal für die Herbeiführung einer guten Durchmischung des Bades genügt, so daß es bei der Erzeugung bestimmter Legierungen notwendig war, die Badbewegung durch starkes mechanisches Umrühren noch zu fördern. Das in diesem Hochfrequenz-Induktionsofen erschmolzene Aluminium war blasen- und schlackenfrei; seine Reinheit übertraf diejenige des im koksgefeuerten Tiegelofen erschmolzenen Metalles. Der Metallverlust durch Abbrand beim Hochfrequenzofen erwies sich als günstig. Daraus ergibt sich eine Ersparnis an Metall bzw. Legierungsbestandteilen, die Möglichkeit der Aufstellung einer zuverlässigen, treffsicheren Gattierung, die Erleichterung für den Betriebsleiter in der Zusammenstellung der Einsätze für die im Verlauf einer Arbeitsschicht durchzuführenden Schmelzungen; wenn man noch die Haltbarkeit der Tiegel berücksichtigt, die in einem derartigen Hochfrequenzofen über 100 Schmelzungen beträgt, so ist es erklärlich, warum diese Ofenart nunmehr auch in der Aluminiumgießerei an Interesse gewinnt, nachdem sie sich vorher bei anderen Schmelzwerken mit Erfolg durchgesetzt hat.

Kalpers.


[1]) Aluminium 17 (1935) S. 136.

RUNDSCHAU.

Leitungen.

621. 315. 2. 027. 3 **Kreuzung des Flusses Avon mit 33 kV-Kabeln.** — Die Kreuzung des 244 m breiten Flusses Avon mit Kabeln, durch welche die an der Flußmündung gelegenen Docks mit Strom versorgt werden, ist deshalb von besonderem Interesse, weil die Kabel in Rohren durch den Fluß verlegt wurden. Die Gesamtlänge der erforderlichen Rohre betrug 274 m. Die Flußkreuzung wurde in 3 Abschnitte geteilt. Zuerst wurde der mittlere Rohrabschnitt versenkt, der bei Ebbe täglich zweimal frei lag, so daß es in dieser Zeit möglich war, die Küstenabschnitte der Rohre in ihre Lage zu bringen und mit dem mittleren Abschnitt zu verbinden. Die Rohre hatten 157 mm Innendurchmesser und eine Länge bis zu 15 m. Außen waren sie durch eine Schicht bituminösen Materials von 3 mm Dicke und ein Juteband geschützt. Die Flußkabel hatten über dem Bleimantel eine besondere Schutzhülle aus Baumwollband, dann eine aus Jute; dann folgte geteertes Jutegarn, eine Drahtarmierung aus 37 Drähten, dann folgten 2 Lagen aus besonders starkem Garn und eine Tränkung. Der Gesamtdurchmesser des Kabels betrug 105 mm, das Gewicht jeder Länge von 365 m betrug 13 t. Zum Einziehen der Kabel wurden die Bewehrungsdrähte rund um das Seil, dessen Zugfestigkeit 10 t betrug, herumgelegt, jeder Draht wurde mit dem Nachbardraht verschweißt, so daß die Armierungsdrähte ein Rohr bildeten. Auf das Ende des Bleimantels wurde unter den Armierungsdrähten ein konisches Rohr geschoben, um den Bleimantel zu entlasten. Ferner wurde auf die ersten 3 m des Kabels ein Schutzdraht gewickelt, um die Armierungsdrähte gegen äußere Abnutzung beim Einziehen des Kabels in das Rohr zu sichern. Der beim Einziehen gemessene höchste Zug war 2940 kg. [Electr. Rev. 110 (1934) S. 565.] *G. A. Fr.*

621. 315. 2 : 621. 315. 53 **Aluminium im Kabelbau.** — Zur Erweiterung der Erfahrungen wurden eingehende betriebsmäßige Belastungsversuche sowie Überbelastungen von Schweiß-, Löt- und Preßverbindungen in Aluminiumkabeln vorgenommen. Die Messungen, die im Kabelwerk der Deutschen Telephonwerke u. Kabelindustrie AG. durchgeführt wurden, am leitwertgleichen Aluminiumkabel (Cu-Querschnitt × 1,63) ergaben, daß die Wärmeabgabe desselben an die Umgebung im Verhältnis zu der 1,25fach größeren Oberfläche des leitwertgleichen Al-Kabels gegenüber der des Cu-Kabels besser ist. Bei gleicher Belastung bleibt die Temperatur des leitwertgleichen Al-Kabels unter der des Cu-Kabels

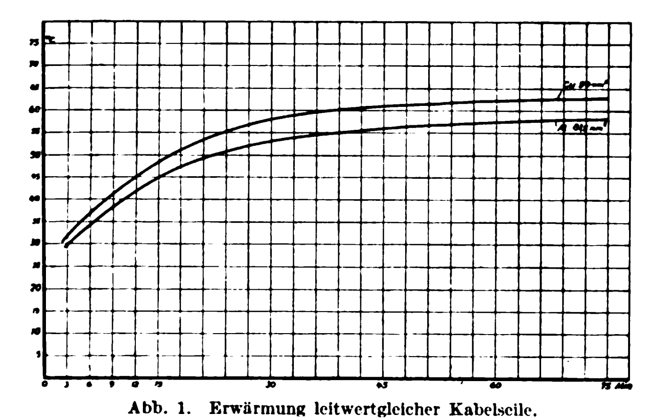


Abb. 1. Erwärmung leitwertgleicher Kabelseile. Belastung 180 A konstant.

(Abb. 1). Bei Betrachtung des Aluminiums als Kabelleiterbaustoff muß man sich zunächst einmal frei machen von der Anlehnung an die Verarbeitungsverfahren des Cu, sondern das Al als das betrachten, was es ist; nämlich als selbständigen Baustoff, mit selbständigen spezifischen Eigenschaften, die beachtet sein wollen. In der Hauptsache sind es zwei Eigenschaften, deren Außerachtlassung in früheren Jahren zu Mißerfolgen mit Al-Kabeln geführt hat. Einmal ist es die Tatsache, daß das Oxyd des Al im Gegensatz zu den Oxyden einer Anzahl anderer Metalle insbesondere dem des Cu ein Nichtleiter ist. Jede Oxydschicht in einer Al-Kabelverbindung bedeutet somit einen hohen Übergangswiderstand, der gegebenenfalls zu zerstörender Erwärmung führen kann. Die zweite beachtenswerte Eigenschaft des Al ist seine Lage im negativen Teil der Spannungsreihe. Bei Berührung mit Kupfer und dessen Legierungen korrodiert also das Al, falls ein Elektrolyt, zu denen auch der Feuchtigkeitsniederschlag der Luft zu rechnen ist, hinzutritt. Deshalb sind alle solchen Berührungsstellen auch Al-Weichlötungen vor dem Hinzutritt der Luft zu schützen. Neuerdings setzt sich für Kabelverbindungen das Schweißgießverfahren immer mehr durch. *Hlm.*

Apparate und Stromrichter.

621. 318. 423. 014. 3 **Fortschritte im Bau von Kurzschluß-Drosselspulen.** — Bei einer neuen Drosselspulenkonstruktion wird die ein- oder dreiphasige Wicklung von außen durch ein aus Drucksternen und Zugbolzen bestehendes Gestell zusammengepreßt (Abb. 2). Die Spule besteht aus nur drei verschiedenen Bauteilen: der Wicklung, dem Porzellan und dem Gestell. Das Gestell wird ganz aus Metall, zum Teil aus unmagnetischem Stahl hergestellt. Es ist so weit von der Wicklung entfernt, daß es geerdet wird. Soelch und Henselmeyer geben an, daß im Gegensatz zu den bisher bekannten Spulenbauarten außer der aktiven Wicklung und dem geerdeten Gestell keinerlei Metallteile vorhanden sind. Durch die Wahl entsprechender Wicklungs- und Gestellabstände sollen derartige luftisolierte Spulen leicht für höchste Prüfspannungen gebaut werden können, ohne daß auf ölisolierte Ausführungen übergegangen werden muß. Damit sollen diese Spulen dem Bestreben nach ölarmen Schaltanlagen besonders weit entgegenkommen. Weil bei der neuen Konstruktion die ganze Spule durch einen äußeren Rahmen zusammengepreßt wird, erhält die ganze Spule eine Druckbeanspruchung. Das soll sich besonders günstig für die zwischen den Scheiben und zwischen den Wicklungen liegenden Porzellanstücke auswirken, da diese jetzt nur mit Druckkräften belastet werden. In einer dreiphasigen Spule können Kurzschlußkräfte auftreten, die zwischen den Wicklungen abstoßend wirken. Sind die drei Wicklungen mechanisch durch Isolatoren miteinander verbunden, dann können diese auf Zug beansprucht werden. Bei der neuartigen Verspannung fällt das fort, denn jetzt nehmen nicht Isolatoren die Zugkräfte auf, sondern Stahlbolzen. Diese Bolzen bekommen eine solche Vorspannung, daß die ganze Spule in sich einen festen Halt hat. Da die Spulenlänge durch die betriebsmäßig auftretende Erwärmung größer wird, die unmagnetischen Bolzen aber praktisch kalt bleiben, so ist die Spule immer fest in sich verspannt. Durch den neuartigen Aufbau bildet auch eine dreiphasige Spule eine feste Einheit. Es ist deshalb möglich, die ganze Spule entweder an Tragösen oder unter einem kleinen Hubwagen hängend in der Schaltanlage zu befördern, wodurch

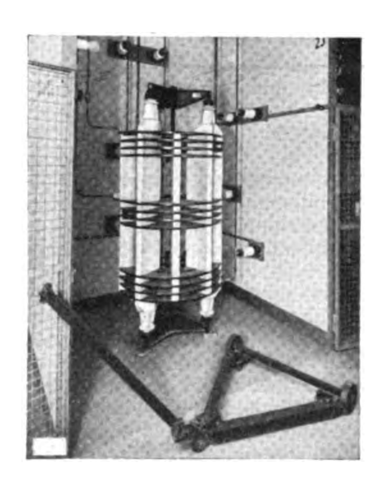


Abb. 2. Dreiphasige Kurzschluß-Drosselspule für Abzweige.

die Aufstellungszeit erheblich verkürzt und die Austauschbarkeit vereinfacht werden soll. [L. Soelch und G. Henselmeyer, Siemens-Z. 15 (1935) S. 181.] *Sb.*

621. 314. 66 **Hochspannungs-Lichtbogenstromrichter mit strömendem Gas.** — Der Verfasser gibt einen umfassenden Überblick über den augenblicklichen Entwicklungsstand der Marx-Lichtbogenstromrichter. Ein grundlegender Vorteil des Lichtbogenstromrichters liegt in der Möglichkeit, mit ihm sehr hohe Ströme bei sehr hoher Sperrspannung gleich- bzw. wechselzurichten, so daß also sehr hohe Leistungen umgeformt werden können, und in der Möglichkeit, die Stromrichtung im Ventil umzukehren. Hinzu kommt noch die robuste Bauart, die eine Unempfindlichkeit gegen mechanische und thermische Beanspruchung gewährleistet und somit Freiluftaufstellung ermöglicht, sowie ein hoher Wirkungsgrad besonders bei hohen Spannungen und eine praktisch unbegrenzte Lebensdauer, wenn man von der nur sehr geringe Mühe und Kosten verursachenden Auswechslung der Elektrodeneinsätze absieht. Über die Entwicklung des Lichtbogenstromrichters wurde in der ETZ bereits öfters[1]) berichtet. Der grundsätzliche Aufbau eines Lichtbogenstromrichters enthält zwei in einem druckfesten Isolierkörper angeordnete Elektroden, von denen jede aus Haupt- und Schirmelektrode besteht. Der Verlauf der Gasströmung im augenblicklichen Stand der Entwicklung setzt sich aus einer — auf die Elektrodenachse bezogen — axialen Strömung, die sich von der zündenden zur nichtzündenden Elektrode hinüberbewegt, und einer radial zwischen den Elektroden eintretenden und durch den Schirm der nichtzündenden Elektrode abfließenden Gasstrom zusammen.

Die Zündung, d. h. die periodische Einleitung des Hauptlichtbogens, erfolgt nicht mehr durch den Überschlag eines Hochfrequenzvorganges zwischen den beiden Elektroden, um die hierbei besonders bei sehr hohen Betriebsspannungen vorhandenen Nachteile zu vermeiden, sondern durch einen Hilfslichtbogen, der seinerseits eingeleitet wird durch den Funkenüberschlag des etwa 1 mm betragenden Luftspaltes zwischen dem Hauptpol der zündenden Elektrode und ihrem isoliert angeordneten Schirm. Der durch den nachfließenden Strom sich ausbildende Hilfslichtbogen wird durch die axiale Gasströmung zur nichtzündenden Elektrode hinübergeblasen und leitet so den Hauptlichtbogen ein. Für die Erzeugung von Zündfunken und Hilfslichtbogenstrom bestehen verschiedene Möglichkeiten, die im allgemeinen in Zweikreis- und Einkreisschaltungen zu trennen sind. Bei der ersteren Art übernehmen getrennte Stromkreise die Energielieferung für Zündfunken und Hilfslichtbogenstrom, während bei der zweiten Art beide Vorgänge nur einem geeignet aufgebauten Stromkreis entnommen werden. Der Aufbau der Zweikreiszündung ist gegenüber der Einkreiszündung verwickelter, jedoch ist bei ihr der Leistungsaufwand für den gesamten Zündvorgang geringer.

Durch die axial zu den Hauptelektroden fließende Gasströmung, die durch die Öffnungen der Schirmelektroden im Gebiet des Hauptlichtbogens auf einen geringen Querschnitt zusammengepreßt wird, erreicht man eine sehr geringe Hauptlichtbogenlänge, die bei geeigneter Elektrodenausbildung auf den Abstand der Hauptelektroden begrenzt ist. Man versteht unter der Löschung eines Lichtbogens im allgemeinen die Verhinderung der Wiederzündung durch die wiederkehrende Spannung. Die Erzielung eines sehr kurzen Hauptlichtbogens ist bereits eine der Maßnahmen, die im Zusammenhang mit der sicheren periodischen Löschung durchgeführt sind, da der Wärmeinhalt und damit die Nachwirkung des Lichtbogens auf diese Weise so klein wie möglich gehalten werden. Ferner wird durch die Gasströmung, die in erster Linie parallel zum Lichtbogen verläuft, diejenige Wärmemenge ständig abgeführt, die vom Lichtbogen an die umgebenden Gasteile abgegeben wird. Des weiteren wird durch die Schirmelektroden, die den Hauptpol fast umschließen, erreicht, daß der Lichtbogenfußpunkt sich bei Beendigung der Brenndauer in einem Gebiete sehr geringen Feldes befindet. Durch das Zusammenwirken dieser drei Maßnahmen wird ein sicheres periodisches Löschen des Lichtbogens gewährleistet, was aus dem störungsfreien Betrieb von Lichtbogenstromrichtern hervorgeht und außerdem durch besondere Sperrfähigkeitsuntersuchungen festgestellt wurde. Hohe Sperrspannungen wurden erzielt durch geeignete Bemessung von Elektrodenabständen und Lichtbogenkammerdruck. Bei einem Elektrodenabstand von 3 cm und einem Kammerdruck von 6 ata wurde z. B. eine Sperrspannung von etwa 400 kV im Stromrichterbetrieb erzielt. Da eine Vergrößerung des Elektrodenabstandes über 3 cm hinaus aus den genannten Gründen vermieden werden soll, erfolgt die weitere Erhöhung der Sperrspannung durch Erhöhung des Druckes. Eine Anlage für 16 ata befindet sich im Bau. Da derartige hohe Leistungen, wie sie von Lichtbogenstromrichtern umgeformt werden können, und wie sie zur Ermittlung der Sperrfähigkeit erforderlich wären, im Hochspannungsinstitut aber nicht zur Verfügung stehen, wird dort mit besonders ausgebildeten Ersatzprüfschaltungen gearbeitet, die abgesehen von der Feststellung anderer Abhängigkeiten ermöglichen, die Sperrfähigkeit eines Ventiles in Abhängigkeit von der Zeit, die nach Verlöschen des Hauptlichtbogens verstrichen ist, zu ermitteln.

Die Lichtbogenspannung, die sich für den Betrieb als Verlustspannung auswirkt, ist von der Stromstärke abhängig, wächst mit wachsendem Kammerdruck und wachsender Gasströmungsgeschwindigkeit und ist etwa proportional der Lichtbogenlänge. Daraus ergibt sich, daß zur Kleinhaltung dieser Verluste die durchströmende Gasmenge so gering zu halten ist, wie es ein rückzündungsfreier Betrieb gerade noch zuläßt.

Sehr wichtig für den Dauerbetrieb ist die Frage des Elektrodenabbrandes. Bisher war nur ein Starkstromlichtbogen-Dauerbetrieb zwischen wassergekühlten Kupferrohren bis zu mehreren Wochen bei der Stickstofferzeugung bekannt. Systematische Untersuchungen über Elektrodenform, Elektrodenmaterial, über die Bewegung der Lichtbogenfußpunkte auf den Elektroden während der Brennperiode und über die Art des zu benutzenden Gases mit Auspuff- oder Umlaufbetrieb waren unerläßlich und führten zu guten Ergebnissen. Als Beispiel für die Zuverlässigkeit des Dauerbetriebes ist zu erwähnen, daß eine Anlage mit einer Stromstärke von 450 A bei Verwendung von normaler Luft 250 h ohne Abbrandstörungen bei Drucklegung der Arbeit in Betrieb war.

Wenn auch durch einen derartigen Dauerbetrieb die Betriebssicherheit der Lichtbogenstromrichter außer Frage steht, so wird zum Schluß vom Verfasser betont, daß mit dem jetzt erreichten Stand noch nicht die günstigste Lösung der Aufgabe erreicht zu sein braucht und weitere wichtige Verbesserungen möglich sind. [E. Marx, Bericht Nr. 308, CIGRE 1935.] *H. Lb.*

[1]) E. Marx, ETZ 53 (1932) S. 737. — E. Marx, ETZ 54 (1933) S. 396. — E. Marx u. H. Buchwald ETZ 55 (1934) S. 861.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 785 **Prüfungen und Beglaubigungen.** — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 380[1]).

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, sind die folgenden Systeme von Elektrizitätszählern zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen.

Systeme 180, 181, 182, 183, 184, 185 und 186, Induktionszähler für ein- bzw. mehrphasigen Wechselstrom, hergestellt von der **Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft** in Berlin.

Berlin-Charlottenburg, den 21. März 1935.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Stark.“

Beschreibung[2]).

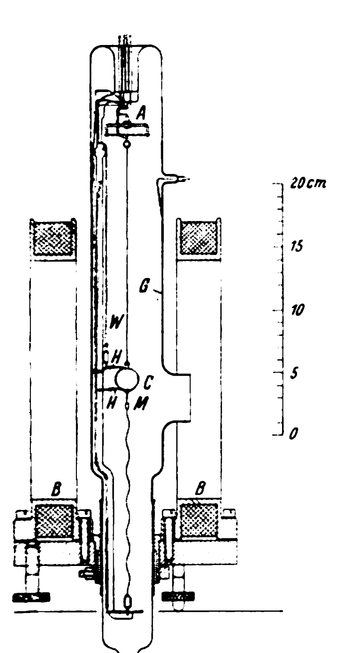
Den bisher als Systeme 131, 141 und 145 zur Beglaubigung zugelassenen, in nachstehender Zahlentafel aufgeführten Zählerformen werden auf Grund der Bekanntmachung Nr. 367[3]) die obigen Systemnummern zuerteilt.

[1]) Reichsministerialblatt 1935, S. 425.
[2]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 380. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[3]) ETZ 56 (1935) S. 349.



Formzeichen	Bisherige Systemnummer	Neue Systemnummer
Zähler für einphasigen Wechselstrom:		
J6, J6f, J6t, J6ft, J6mk, J6fmk, J6tmk, J6ftmk, TJ6, TJ6f, TJ6t, TJ6ft, UJ6, UJ6f, UJ6t, UJ6ft, J6P	131	180
J6E, J6Ef, J6Et, J6Eft, J6Emk, J6Efmk, J6Etmk, J6Eftmk, TJ6E, TJ6Ef, TJ6Et, TJ6Eft, UJ6E, UJ6Ef, UJ6Et, UJ6Eft	131	181
J7, J7t, J7mk, J7tmk	131	182
Zähler für mehrphasigen Wechselstrom:		
D6, D6—2/3, D6—2/4, TD6, TD6—2/3, TD6—2/4, UD6, UD6—2/3, UD6—2/4, WD6, WD6—2/3, WD6—2/4	141	183
D7, D7—2/3, D7—2/4	141	184
DU6, TDU6, UDU6, WDU6	145	185
DU7	145	186

621. 317. 715. 5. 083. 3 : 621. 317. 42 **Ballistisches Hochvakuum-Drehspulgalvanometer.** — Ein von Ellwood geschaffenes Galvanometer zur Messung kleiner magnetischer Flußdichten erlaubt die Anwendung des Multiplikationsverfahrens zur Vergrößerung der Ausschläge in Verbindung mit einer selbsttätigen Photozellensteuerung im Takte der Eigenschwingung des Galvanometers. Der Anwendung des Multiplikationsverfahrens stand neben ungenügender Empfindlichkeit besonders die große Dämpfung der beweglichen Systeme entgegen, außerdem haben sich inzwischen auch besonders für technische Zwecke recht schöne Wechselstromgeräte[1]) entwickelt. Der Verfasser hat nun bei der Konstruktion des neuen Galvanometers die Luftdämpfung des beweglichen Systems durch Einbau in ein hochevakuiertes Glasgehäuse, wie dies auch von anderer Seite schon vorgeschlagen worden ist, praktisch weitgehend beseitigt. Die Anordnung des Instrumentes zeigt Abb. 3. In das mit einem Planfenster versehene Glasrohr ist ein Glasstab eingeschmolzen, der das Drehspulsystem trägt. Das System ist außerordentlich leicht gebaut. Die Drehspule C hat einen Durchmesser



A Eisenarmatur zur Einstellung der Drehspule
B Feldspulen
C Drehspule
G Glasgehäuse mit durchsichtigem Goldfilmbelag
H Arretierungshalter
W Heizdraht zur Steuerung der Arretierung

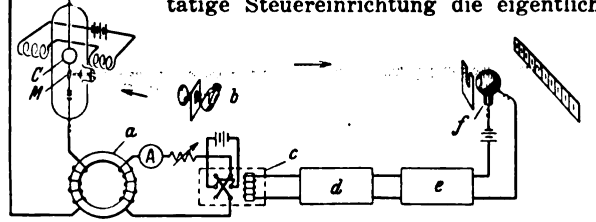
Abb. 3. Ballistisches Vakuumgalvanometer mit Drehspulsystem für das Multiplikationsverfahren.

von 2 cm und 36 Windungen aus emailliertem Kupferdraht von 0,1 mm Dmr. Die Aufhängung sowie die untere Zuleitung sind aus je 20 cm langen Kupferbändern von 0,075 · 0,003 mm Querschnitt hergestellt. Der Ablesespiegel ist ein goldplattierter Glasstreifen von 12 · 3 · 0,5 mm. H sind zwei Glashäkchen zur Arretierung der Drehspule, wobei das obere Häkchen durch Erwärmung des Drahtes W zur Freigabe gesteuert werden kann. Das Glasrohr ist zum elektrostatischen Schutz im Innern mit einem ableitbaren Goldüberzug G versehen. Die beiden am Sockel sitzenden Spulen geben ein Feld von 40 G bei 135 V. Für den Gebrauch wird das Galvanometer zum Schutze gegen Erschütterungen in eine Aufhängevorrichtung gebracht[1]). Die nachstehende Zusammenstellung gibt die erzielte Verbesserung gegen normale Typengalvanometer, deren Ursprung aber nicht angegeben ist.

Galvanometer	Per. s	Widerstand Ω	Empfindlichkeit (ind. Spg.) mm/m	Empfindlichkeit μC/mm/m	
Ellwood	27	75	8,3	0,016	bei einmaligem Stromstoß
Ellwood	27	75	270	0,00017	bei wiederholten Stromstößen
D'Arsonval, A .	25	612	2	0,003	Wiederholung der Stromstöße erhöht die Empfindlichkeit nur 2- bis 3fach
D'Arsonval, B .	1,3	170	22	0,001	
mit Drehmagnet	6	75	750	0,00007	

Die aus der Zahlentafel ersichtliche große Empfindlichkeit des Nadelgalvanometers, die an sich ausreichend wäre, läßt sich infolge der magnetischen und mechanischen Störbarkeit nicht ausnutzen.

Die lange Meßdauer jeder Einzelbeobachtung (etwa 30 min) ist wohl ein erheblicher Nachteil für das ballistische Multiplikationsverfahren, wenn auch die in der Abb. 4 dargestellte selbsttätige Steuereinrichtung die eigentliche



a Prüfprobe
b Lichtquelle
c Umschalter mit magn. Steuerung
d Relais
e Röhrenverstärker
f Photozelle
C Drehspule des Galvanometers
M Spiegel

Abb. 4. Schaltbild für die selbsttätige Steuerung des ballistischen Galvanometers beim Multiplikationsverfahren.

Ablesung nur auf das Ende beschränkt. Gesteuert wird, wie die Abbildung erkennen läßt, zugleich von dem Ableselichtzeiger des Galvanometerspiegels über eine Photozelle in an sich bekannter Weise.

Im weiteren Teil der Arbeit wird auf die Theorie des Multiplikationsverfahrens und deren Einzelheiten eingegangen. (Hierzu möchte der Berichter auf eine Arbeit von H. Zöllich verweisen[2]). Weiter werden dann noch die Meßergebnisse erörtert an Hand einer Beobachtungskurve für einen Preßmasse-Eisenkern für $B = 0$ bis 7 mG zu $H = 0$ bis 200 μØ und mit dem niedrigsten Beobachtungspunkt 0,0002 G, also erheblich unter dem klassischen Rayleigh-Punkt. Ferner wird auf die Möglichkeit einiger Sonderanwendungen des Instrumentes als Voltmeter (mm/m $= 5 \cdot 10^{-9}$ V) und als Vibrationsgalvanometer bei Frequenzen unter 0,05 Hz hingewiesen. (W. B. Ellwood, Rev. sci. Instrum. 5, S. 300.) *Schö.*

621. 317. 722 : 621. 327. 45 **Hochspannungsanzeiger mit kleinen Abmessungen.** — Ein kleiner Hochspannungsanzeiger ist für Hochspannungen von 3 kV an entwickelt worden, den jeder in Hochspannungsanlagen Beschäftigte infolge seiner kleinen Abmessungen (Abb. 5)

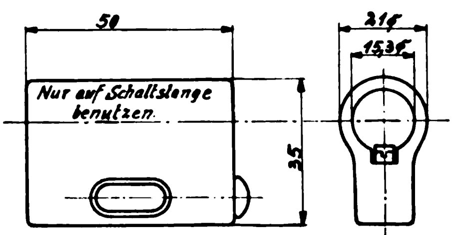


Abb. 5. Hochspannungsanzeiger.

1) W. Thal, Z. techn. Physik 15 (1934) S. 469; Arch. techn. Messen (1934) J 60—2, (1935) V 951-2.

1) A. L. Johnsrud, Rev. sci. Instrum. 10 (1925) S. 609.
2) H. Zöllich, Arch. techn. Messen (1933) J 850—2.



ständig bei sich führen kann. Eine in Bakelitgehäuse eingebaute Leuchtröhre wird auf den Schalthaken einer beliebigen Schaltstange gesteckt. Ein Metallknopf außerhalb des Gehäuses ist dann leitend über die Leuchtröhre mit dem Metallhaken der Schaltstange verbunden. Beim Anlegen an Hochspannung fließt von dem Leiter durch das Leuchtröhrchen nach dem Metallhaken der Schaltstange ein Ladestrom, der die Leuchtröhre zum Aufleuchten bringt. *f.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 712 **Zwangsgleichlauf zwischen verschiedenen Trägerwellen.** — Verne Gunsolley schlägt vor, den Gleichlauf zwischen den Trägerfrequenzen bei Gleichwellensendern zwangsweise durch „Syntraction" herzustellen, indem die beiden Träger auf eine Gleichrichterstufe arbeiten, in deren Anodenkreis ein Drehspulinstrument im Takt der Schwebungen pendelt. Dieses trägt eine kleine bewegliche Kondensatorplatte, welche den einen Oszillator beeinflußt, so daß der Oszillator sich innerhalb gewisser Grenzen selbsttätig nach der anderen Schwingung richtet. Die verwendeten Empfänger müssen allerdings Schwundausgleich besitzen. In größerem Maßstab ist der Gedanke bisher noch nicht erprobt worden. [V. Gunsolley, Proc. Inst. Radio Engr. 23 (1935) S. 245.] *Kur.*

621. 398 : 621. 34 : 623. 94 **Elektrische Fernsteuerungen für die Schiffsartillerie.** — Die Arbeit bildet den Inhalt eines Vortrages von A. Sornein, in welchem der Verfasser über die Eignung von Wechselstrom-Fernsteuerungen für das fortlaufende Richten nach bewegten Zielen sprach. — Offenbar handelt es sich, was aus der Arbeit nicht eindeutig hervorgeht, ausschließlich um das Problem des gleichzeitigen Richtens einer ganzen Batterie von einer Leitstelle aus. Der Verfasser teilt die Fernsteuerschaltungen in 2 Hauptgruppen ein, nämlich in direkte Steuerungen, bei welchen der Einstellmotor des gesteuerten Organes den „Empfänger" einer elektrischen Synchronübertragung bildet, deren „Geber" mechanisch mit dem Steuerorgan gekuppelt ist, und in indirekte Steuerungen, Kombination einer direkten Übertragung für schwaches Drehmoment mit Servomotoren, welche unmittelbar aus dem Netz die zur Steuerung erforderliche Energie erhalten. Die Steuerungen der 1. Gruppe fußen mehr oder weniger auf der Grundanordnung des bekannten Einphasenstrom-Fernzeigersystems, welches für Fernsteuerzwecke bei nicht zu hohen Richtgeschwindigkeiten wohl geeignet wäre, wenn es besser gedämpft werden könnte und wenn nicht die Tatsache, daß die vom Empfänger aufzubringenden Drehmomente sich in voller Stärke auf den Geber und über dessen Achse hinweg auf das Steuerorgan fortpflanzen, sein Anwendungsgebiet von vornherein auf kleine Leistungen beschränkte. Auch andere Lösungen führten nicht zum Ziel, so daß also festgestellt werden muß, daß es nicht gelungen ist, eine den Anforderungen genügende leistungsstarke Wechselstrom-Fernsteuerschaltung der 1. Gruppe zu entwickeln. Nicht nennenswert besser steht es um die Wechselstrom-Fernsteuerungen der 2. Gruppe. Der Verfasser unterscheidet hier Verfahren, bei denen der Geber dem zu steuernden Organ seine Geschwindigkeit mitteilt, und solche, bei denen das Moment gesteuert wird. Das hydraulische Zwischenglied, das bei der in der Arbeit behandelten Geschwindigkeitssteuerung erforderlich ist, macht die Anlage so umfangreich, daß sie aufwandsmäßig gegenüber den direkten Steuerungen keinen Vorteil bietet. Wesentlich geringer ist der Aufwand für die Momentensteuerung. Es werden zwei Ausführungsbeispiele besprochen, bei welchen durch den Empfänger der Fernübertragung die Bürsten eines als Arbeitsmotor dienenden Einphasen-Kommutatormotors verstellt werden. Wegen des Fehlens einer Dämpfung ergeben sich jedoch auch hier beim Richten mit veränderlichen Geschwindigkeiten störende Pendelungen. Nachdem keine der behandelten Wechselstromsteuerungen befriedigen konnte, schlägt Sornein als Optimumlösung am Schluß seiner Arbeit die Verwendung eines mit konstanter Stromstärke gespeisten Gleichstrommotors vor, dessen Vorteile in der Möglichkeit kräftiger Dämpfung und in einer für alle Betriebszustände von der Geschwindigkeit völlig unabhängigen dynamischen Steuergenauigkeit und Stabilität liegen.

Aus naheliegenden Gründen ist man in allen Ländern mit der Veröffentlichung militärischer Fernsteuerprobleme äußerst zurückhaltend. Das trifft auch zu für die umfangreiche Arbeit von Sornein, welche dem Fachmann nichts Neues bietet. Interessant für diejenigen, welche nicht unmittelbar mit den Problemen vertraut sind, ist die mathematische Behandlung der einzelnen Anordnungen. Die vom Verfasser zum Schluß vorgeschlagene Optimumlösung kann unter Vorbehalt anerkannt werden. [A. Sornein, Rev. gén. Électr. 35 (1934) S. 501.] *W. Schr.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

06. 3 **Die Tagung des Elektro-Installateurhandwerks in Hamburg.** — Am 20. und 21. 7. 1935 hat der Reichsinnungsverband des Elektro-Installateurhandwerks in Hamburg seine gut besuchte Jahrestagung abgehalten. Neben zahlreichen Sitzungen, in denen der mit der Leitung des Verbandes betraute Reichsinnungsmeister Gamer Bericht über seine Tätigkeit und ihre Richtlinien erstattete, fanden auch feierliche Veranstaltungen in der Ernst-Merk-Halle statt sowie Sitzungen für die Innungsmeister und die Fachgruppenleiter. Die nicht leichte Aufgabe, über 15 000 Elektroinstallateure in Innungen zu vereinen, diese dann in Landesverbände zusammenzuschließen, die Höhe der Beiträge, das Zeitschriftenwesen, die Lehrlingsausbildung und die Meisterprüfung einheitlich zu gestalten, ist von der Führung des Verbandes zufriedenstellend gelöst worden, ebenso die weitere Aufgabe, durch geschickte Verhandlungen und durch Werbung jeder Art dem Installateurgewerbe Arbeit zu schaffen. Hamburgs Bürgermeister Krogmann betonte in der Begrüßungsansprache die enge Verbundenheit seiner Stadt mit dem Handwerk. Ministerialdirektor Dr. Wienbeck sowie der Reichshandwerksmeister Schmidt dankten für den herzlichen Empfang. Der Letztgenannte erklärte, daß nur Städte ohne Regiebetriebe, die sich um die Förderung des Handwerks mühen, Tagungsorte sein können. Während am 20. 7. der engere und weitere Beirat die Berichte der Geschäftsführung entgegennahmen, fanden in der Gewerbekammer am Holstenwall die Sitzungen der Fachgruppen: Rundfunkhandel und -mechanik, Elektromaschinenbau und -mechanik, Nebenstellentechnik, sowie Vorträge über Blitzableiterbau, Ausbildungswesen, Kalkulation, Preisfragen und Richtwerte statt. Die Kundgebung am 21. 7. in der festlich geschmückten Ernst-Merk-Halle gab dem Reichsinnungsmeister Gamer, dem Reichskommissar für den Mittelstand Dr. Wienbeck, dem Reichshandwerksmeister Schmidt Gelegenheit zu programmatischen Ansprachen, in denen unter anderen die nachfolgenden Forderungen herausgestellt wurden:

a) die Hebung des gesamten Berufsstandes in Wissen und Können, daraus folgend eine wirtschaftliche Belebung und eine Sicherung der Existenz des einzelnen Meisters,
b) die Treue zum Reich und zur Innung durch die Beachtung der richtunggebenden Verordnungen zum Aufbau des Handwerks,
c) Vertrauen zur Regierung, die neben der Einschränkung des Warenhauswesens, neben der Unterbindung der Auswüchse bei Zugaben, Ausverkäufen und des Hausiererwesens sich bemühe, dem Handwerk neue Erwerbsmöglichkeiten zu schaffen,
d) die Herstellung eines guten sozialen Einvernehmens zwischen Meister, Geselle und Lehrling. *Schdt.*

Ausstellung der Rhein-Mainischen Wirtschaft. — Vom 24. 8. bis 8. 9. findet in Frankfurt a. M. im Haus der Technik eine Ausstellung der Rhein-Mainischen Wirtschaft statt.

Auskunftsstellen auf internationalen Messen. — Auf den Internationalen Messen in Zagreb vom 31. 8. bis 9. 9. 1935 und Utrecht vom 3. bis 12. 9. 1935 werden im Zusammenwirken zwischen Werberat der deutschen Wirtschaft, Reichswirtschaftsministerium und Ausstellungs- und Messe-Ausschuß der Deutschen Wirtschaft im Anschluß an repräsentative deutsche Beteiligungen wiederum Auskunftsstellen errichtet. Beteiligungsanträge sind dem Ausstellungs- und Messe-Ausschuß der Deutschen Wirtschaft, Berlin W 35, Tirpitzufer 56, zuzuleiten, der auch über nähere Einzelheiten Auskunft erteilt.

WIRTSCHAFTSTEIL.

Ausnutzung und Wettbewerbsfähigkeit des Elektromotors in der Landwirtschaft.

621. 34 : 631. 3. 003

In führenden landwirtschaftlichen Kreisen wird mit Recht die Ansicht vertreten, daß die Anwendung großer und teurer Maschinen mit Kraftantrieb für die Feldbestellung den Verhältnissen in der deutschen Landwirtschaft nicht gerecht wird. Diese großen Maschinen können wirtschaftlich nur in Ausnahmefällen ausgenutzt werden und belasten daher unnötig den Betrieb. Die Mechanisierung des Innenbetriebes soll dagegen mit allen Mitteln angestrebt und gefördert werden, und hier ermöglicht es allein die Elektrizität, mechanische Kleinkraft in größerem Umfange auch in der Landwirtschaft zu verwenden. In der Verwendung der Kleinkraft, im elektrischen Antrieb von Pumpen, Milchschleudern, Futterschneidern, Häckselmaschinen, Schrotmühlen, Melkmaschinen usw. liegt mit der Hauptwert der Elektrizität für die Landwirtschaft. Andere Betriebsmittel, abgesehen vom Handbetrieb in kleinsten Wirtschaften, kommen für den Antrieb dieser Kleinmaschinen kaum in Frage.

Die Versorgung des platten Landes war von Anfang an kein gutes Geschäft für die öffentliche Elektrizitätswirtschaft. Der gemeinnützige Charakter der Elektrizitätsversorgung zwang aber die Werke dazu, auch dem kleinsten Ort die Möglichkeit des Strombezuges zu geben, selbst wenn es sich um kleine und kleinste Abnehmer handelte, die die angeschlossenen Geräte nur sehr schlecht ausnutzen können und deren tatsächlicher Verbrauch im Mißverhältnis zu den hohen Stromverteilungskosten steht.

Um solche Abnehmer, zu denen die Mehrzahl aller landwirtschaftlichen Betriebe gehört, zu erträglichen Preisen mit elektrischer Energie beliefern zu können, muß der überhaupt mögliche Verbrauch restlos erfaßt werden. Es ist ausgeschlossen, daß die Belieferung zu gleichen Preisen wie heute durchgeführt werden kann, wenn gerade die verhältnismäßig gut ausgenutzten landwirtschaftlichen Maschinen zum Beispiel von Verbrennungsmotoren angetrieben werden. Die Elektrizitätswerke können nicht nur Strom für Kleinmotoren oder für Beleuchtungszwecke liefern. Im Gegenteil muß der Verbrauch gesteigert werden, um das Ziel billigster Strompreise zu erreichen. Der Stromverbrauch für die landwirtschaftlichen Maschinen ist gering und kann nicht gesteigert werden; ist das Getreide gedroschen, das Futter geschnitten, das Brennholz zerkleinert oder die Milch verarbeitet, so stehen die Maschinen. Es ist ein Trugschluß, wenn den Elektrizitätswerken gesagt wird, gebt dem Landwirt billige Strompreise, dann wird der Verbrauch schon steigen. So liegen die Verhältnisse keineswegs. Auch bei billigsten Preisen wird kaum eine Kilowattstunde mehr für die normalen Kraft- oder Beleuchtungszwecke abgenommen werden können. Hierzu müssen erst neue Verbrauchsmöglichkeiten geschaffen und eingeführt werden; auf die Einführung der Elektrowärme und auf die Elektrisierung der Molkereien soll in diesem Zusammenhang nur kurz hingewiesen werden. Darüber hinaus ist die Mischung landwirtschaftlicher Abnehmer mit gewerblichen und industriellen Werken als Stromabnehmer von größter Wichtigkeit.

Bei allen energiewirtschaftlichen Vergleichen müssen selbstverständlich gleiche Grundsätze Anwendung finden. Es ist unzulässig, auf der einen Seite die höchsten Anforderungen an die öffentliche Stromversorgung zu stellen, die eigene Installation in Haus und Hof reichlich zu bemessen, stete Betriebsbereitschaft aller angeschlossenen Geräte und Motoren zu verlangen, und auf der anderen Seite sich mit dem denkbar primitivsten Betrieb begnügen zu wollen. Ebenso unzulässig ist es, die Anlagen nicht in ihrer Gesamtheit zu betrachten, sondern einzelne besonders gut ausgenutzte Arbeitsmaschinen für den Antrieb durch Verbrennungs- oder Elektromotor getrennt zu vergleichen. Ein solches Verfahren muß zu falschen Schlüssen führen.

Um einen guten Einblick in die tatsächlichen Verhältnisse zu bekommen, wurden zweckentsprechende Unterlagen für zahlreiche landwirtschaftliche Betriebe verschiedener Größe und verschiedener Art aus allen Teilen Deutschlands gesammelt.

Größe und Leistungsfähigkeit landwirtschaftlicher Maschinen werden durch die Verhältnisse des einzelnen Betriebes bestimmt. Große Maschinen leisten naturgemäß in der gleichen Zeit mehr als kleine, doch sind große Maschinen in der Anschaffung und im Betrieb teurer und erfordern größere Antriebsmotoren. Da aber Anschaffungspreis, Kraftbedarf und Betriebskosten nicht im gleichen Verhältnis wie die Leistungsfähigkeit der Maschinen wachsen, besteht vielfach die Neigung, lieber größere als kleinere Maschinen zu kaufen. Dieser Fehler ist besonders häufig in den Jahren wirtschaftlicher Scheinblüte nach dem Kriege gemacht worden. Man hat zu große Maschinen gekauft, ohne sich über die Höhe der ständig herauszuwirtschaftenden Betriebs- und Festkosten ein klares Bild gemacht zu haben.

Die einmal angeschafften großen Maschinen werden nun jahrelang mit durchgeschleppt, sie verursachen laufend große Kosten und können nur schlecht ausgenutzt werden, während kleinere Maschinen infolge längerer Benutzungsdauer und besserer Ausnutzung u. U. erheblich billiger im Betrieb sein würden.

Anhaltszahlen für den Kraftbedarf landwirtschaftlicher Gehöftmaschinen hat die Arbeitsgemeinschaft Technik in der Landwirtschaft (ATL) herausgegeben (Zahlentafel 1). Die tatsächlichen Motorengrößen landwirtschaftlicher Gehöftmaschinen weichen nach Zahlentafel 2 von den Richtwerten erheblich ab. Zwischen dem Kleinst- und dem Höchstwert der Motorenleistung sind in den verschiedenen Gruppen außerordentlich große Unterschiede vorhanden, die nicht allein durch die Verschiedenartigkeit der Betriebe erklärt werden können, sondern in erheblichem Umfange auf eine falsche, und zwar auf eine wesentlich zu große Bemessung der Maschinen zurückgeführt werden müssen. Dreschmotoren zum Beispiel sind bei Gütern bis 800 Morgen um 60 bis 137 % größer als nach den ATL-Richtwerten angenommen werden konnte, erst bei den größten Gütern werden die Unterschiede geringer.

Zahlentafel 1. Anhaltszahlen für den Kraftbedarf landwirtschaftlicher Gehöftmaschinen.

Größe der Wirtschaft in Morgen (Acker unter dem Pfluge)		20 ··· 50	50 ··· 100	100 ··· 200	200 ··· 400	400 ··· 600	600 ··· 800	800 ··· 1200	1200 ··· 2000	2000 ··· 4000
1. Dreschmaschinen	PS	3 ··· 4,5	4,5 ··· 6	6 ··· 8	8 ··· 10	10 ··· 12	12 ··· 18	18 ··· 25	25 ··· 36	36 ··· 50
2. Stein-Schrotmühlen	„	—	4 ··· 5	5 ··· 7,5	5 ··· 7,5	7 ··· 8	7 ··· 8	9 ··· 10	10 ··· 11	12 ··· 13
3. Kreissägen	„	—	3	5 ··· 6	5 ··· 6	5 ··· 6	7 ··· 9	7 ··· 9	7 ··· 9	9 ··· 12
4. Ballenpressen	„	—	—	—	—	—	6 ··· 8	6 ··· 8	8 ··· 10	10 ··· 12
5. Walzenschrotmühlen	„	1,5 ··· 2	1,5 ··· 2	2,5	2,5	3,5 ··· 4	3,5 ··· 4	5 ··· 6	7 ··· 8	9 ··· 10
6. Häckselmaschinen	„	1	2	2	3,5	3,5	4 ··· 5	4 ··· 5	6 ··· 7	8 ··· 10
7. Selbstbinderstrohpressen	„	—	—	—	2 ··· 3	2 ··· 3	3 ··· 4	3 ··· 4	4 ··· 5	5 ··· 8
8. Ölkuchenbrecher	„	1	1	1	1	2,5	2,5	2,5	3 ··· 4	3 ··· 4
9. Getreidereinigungsanlagen	„	—	1	1	2	2	2	2	3	3
10. Rübenschneider	„	1	1	1	1,5	1,5	2	2	3	3
11. Wasserpumpen	„	1	1	1	1	1	1,5	1,5	3	3
12. Düngermühlen	„	1	1	1	1	1	1,5	1,5	2	3
13. Sackwinden	„	1	1	1	1	1	1	1		2

Zahlentafel 2. Tatsächliche Motorengröße landwirtschaftlicher Gehöftmaschinen.

Größe der Wirtschaft in Morgen (Acker unter dem Pflug)	20 ··· 50			50 ··· 100			100 ··· 200			200 ··· 400		
H Höchstwert K Kleinstwert M Mittelwert	H	K	M	H	K	M	H	K	M	H	K	M
1. Dreschmaschinen . .	10,0	3,0	6,2	25,0	4,0	9,9	22,0	3,0	11.2	50,0	7,5	21,0
2. Schrotmühlen . . .	10,0	8,0	9,1	22,0	4,0	8,4	22,0	2,0	8,2	22,0	3,0	9,7
3. Kreissägen	—	—	—	22,0	4,0	7,8	22,0	4,5	10.0	22,0	2,0	11,0
4. Häckselmaschinen .	3,0	3,0	3,0	22,0	1,5	7,2	22,0	1,0	5,7	22,0	2,0	7,4
5. Reinigungsanlagen .	—	—	—	—	—	—	15.0	1,5	8,2	5,0	2,0	3,8
6. Rübenschneider . . .	5,0	5,0	5,0	2,0	1,5	1,7	2,0	1,0	1,6	5,0	1,0	3,0
7. Wasserpumpen . . .	3,0	1,0	1,8	2,0	1,0	1,3	5,0	0,5	2,0	7,5	0,5	2,3
8. Werkstatt	—	—	—	—	—	—	0,5	0,5	0,5	6,1	0,1	1,9

Größe der Wirtschaft in Morgen (Acker unter dem Pflug)	400 ··· 600			600 ··· 800			800 ··· 1200			1200 ··· 2000			2000 ··· 3000		
H Höchstwert K Kleinstwert M Mittelwert	H	K	M	H	K	M	H	K	M	H	K	M	H	K	M
1. Dreschmaschinen . .	30,0	12,0	22,8	60,0	12,0	35,5	36,0	20.5	31.6	68.0	27,0	38,1	75,0	30.0	43.2
2. Schrotmühlen . . .	25,0	3,0	11,2	40,0	5,5	18.4	33,0	7,5	13,8	33.0	6,5	11,5	12,0	4,0	7,0
3. Kreissägen	30,0	30,0	30,0	33.0	27,0	30.0	—	—	—	8,0	5,0	6,5	18,0	7,0	12.4
4. Häckselmaschinen .	30,0	1,5	14,9	28,0	3,0	8,6	8,0	2,0	4,6	9,0	2,0	5,0	18.0	4,0	7,1
5. Reinigungsanlagen .	5,0	2,0	3,7	8,0	3,0	5,0	15.0	2,0	5,3	8,0	1.0	4,2	5,0	1,0	3,8
6. Rübenschneider . . .	2,0	2,0	2,0	6,0	2,0	3,5	2,0	2,0	2,0	8,0	1,0	3,4	3,5	3,5	3,5
7. Wasserpumpen . . .	4,0	0,5	2,2	6,0	1,0	2,4	5,0	1,0	2,3	8,0	1,0	3,2	14.0	2,0	5.6
8. Werkstatt	3,0	2,0	3,0	7,0	0,3	3,0	5,0	1,5	3,2	8,0	0,5	4,0	5,5	2,0	3,5

Der Einfluß dieser überbemessenen Motoren bzw. Maschinen auf die Ausnutzung des Netzes, der eigenen Einrichtungen und auf die Betriebskosten liegt auf der Hand.

Die Vielgestaltigkeit der Verwendung findenden Landmaschinen bringt es mit sich, daß ein Motor möglichst viele Maschinen antreiben muß. Der Kosten wegen kann sich der Landwirt nicht für jede Arbeitsmaschine einen besonderen Motor anschaffen.

Ein richtig bemessener Motor reicht vielfach für den Antrieb von Dreschmaschinen, Kreissägen und Schrotmühlen aus. Beim Antrieb der Dreschmaschine wäre der Motor gerade voll belastet, während er beim Betrieb von Schrotmühlen und Kreissägen zwar geringer, aber immer noch so belastet würde, daß der Wirkungsgrad nicht unerträglich absinken würde.

Futterschneider usw. verlangen einen wesentlich kleineren Motor, so daß es nur selten empfehlenswert ist, diese Maschinen auch mit dem Dreschmotor zu betreiben. Der Antrieb von Pumpen, Milchschleudern, Werkstattmaschinen usw. bleibt dem Kleinstmotor mit 1 bis 2 PS und weniger Leistung vorbehalten.

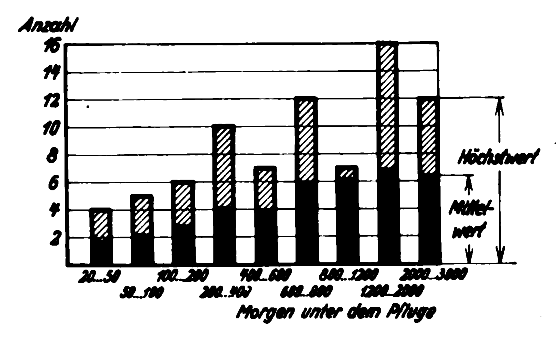


Abb. 1. Motorenanzahl in Abhängigkeit von der Größe der Wirtschaft.

Dieser Einsatz der Antriebsmotoren wird bei Betrachtung der in den einzelnen Betrieben vorhandenen Motoren deutlich. Nach Abb. 1 kommen kleine und mittlere Betriebe bis zu 600 Morgen unter dem Pfluge mit 2 bis 4 Motoren aus, während bei größeren Gütern etwa 6 die Mindestzahl zu sein scheint.

In wie hervorragender Weise gerade der Kleinmotor in der Landwirtschaft unentbehrlich geworden ist, zeigt Abb. 2. Über 58 % aller vorhandenen Motoren haben nicht mehr als 3 kW Leistung und nur rd. 12 % entfallen auf Motoren mit über 10 kW Leistung. Ohne den Kleinmotor ist ein landwirtschaftlicher Betrieb heute nicht mehr denkbar. Die Aufgaben des Kleinmotors kann aber kein anderer Motor in gleicher Weise erfüllen wie der Elektromotor; unempfindlich gegen rauheste Inanspruchnahme erfüllt er ohne sachgemäße Wartung und Pflege seine Aufgaben und paßt sich leicht allen Betriebserfordernissen an.

Der Kleinmotor beherrscht das Feld, gleichgültig ob es sich um kleine, mittlere oder große Betriebe handelt, wie Abb. 3 veranschaulicht. Der kleine Elektromotor wird und kann durch kein anderes Betriebsmittel ersetzt werden.

Für das Dreschen werden die größten Motoren gebraucht. Ihre mittleren Leistungen liegen je nach Betriebsgröße zwischen rd. 5 und 35 kW. Im Vergleich dazu liegt die mittlere Leistung der zweitgrößten in der Landwirtschaft verwendeten Motoren mit etwa 3 bis höchstens 10 kW erheblich unter diesen Werten.

Die naturgegebene schlechte Ausnutzung landwirtschaftlicher Maschinen ist bereits angedeutet worden. Gedroschen wird nur wenige Tage nach der Ernte und dann noch gelegentlich in den Wintermonaten; Futterschneider sind wöchentlich ein- oder zweimal vielleicht 1 bis 4 h in Betrieb; Fördermittel jeder Art werden nur nach der Heu- oder Getreideernte gebraucht; Milchschleudern laufen regelmäßig täglich, aber kaum mehr als 1 h; ähnlich gering und unregelmäßig ist die Ausnutzung der sonstigen Maschinen. Nach Abb. 4 nutzen 85 % aller erfaßten Betriebe die insgesamt vorhandene Motorenleistung nur höchstens 200 h im Jahr aus; nur auf den jeweils größten Motor bezogen ist die Ausnutzung etwas besser.

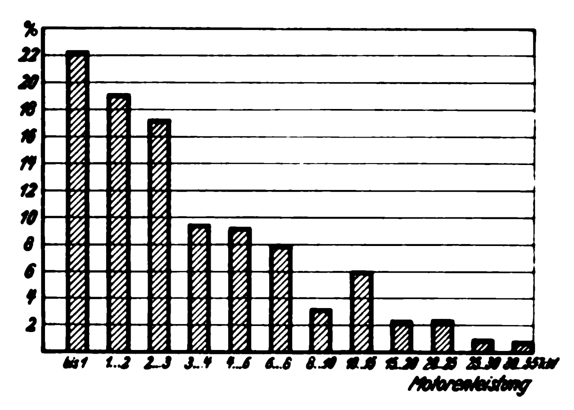


Abb. 2. Anteil der verschiedenen Motorgrößen an der Gesamtzahl der angeschlossenen Motoren (Gesamtzahl = 100 %).

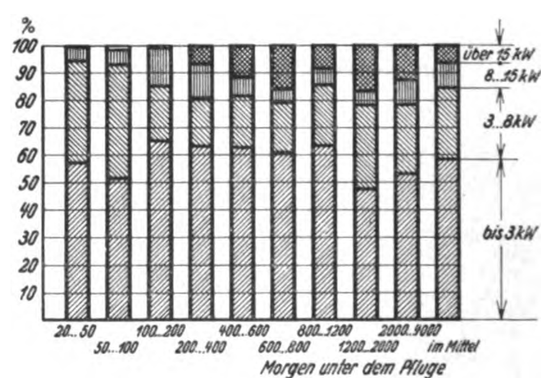


Abb. 3. Anteil der verschiedenen Motorgrößen an der Gesamtzahl der angeschlossenen Motoren in Abhängigkeit von der Größe der Wirtschaft.

68,5 % sämtlicher Betriebe mit 20 bis 100 Morgen unter dem Pfluge erreichen nach Abb. 5 höchstens 100 Benutzungsstunden bezogen auf die insgesamt vorhandene Motorenleistung.

Im Ernst denkt niemand daran, jedem Landwirt eine vollständige betriebsfertige elektrische Kleinzentrale hinzusetzen. Anlage- und Betriebskosten derartiger Anlagen wären so hoch und die Betriebsbedingungen so schlecht, daß sie unter den vorliegenden Verhältnissen nicht ernstlich mit dem Strombezug in Wettbewerb tre-



ten können. Will der Landwirt also auf den Strombezug für Beleuchtungs-, Wärme- und Kleinkraftzwecke nicht verzichten und nicht zur Petroleumbeleuchtung und zum Handantrieb zurückkehren, ist er auf die öffentliche Elektrizitätsversorgung angewiesen.

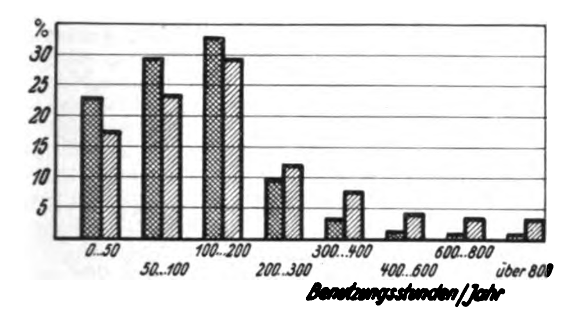


Abb. 4. Benutzungsstunden bezogen auf die insgesamt vorhandene Motorenleistung und auf den jeweilig größten Motor.

Betriebe, für die die Anschaffung eines Schleppers für Feldarbeiten in Frage kommt, haben an sich die Möglichkeit, diesen Schlepper auch für den Antrieb von Dreschmaschinen, Schrotmühlen, Kreissägen und anderen Maschinen mit größerem Kraftverbrauch zu benutzen. Die Zahl dieser Betriebe ist aber gering. Für Feldarbeiten ist eine verhältnismäßig hohe Leistung des Schleppers erforderlich, die wesentlich über der für kleine und mittlere Betriebe erforderlichen Dreschmotorenleistung liegt. Die geringen Betriebsstundenzahlen des Schleppers für Feldarbeiten könnten durch gleichzeitige Verwendung für Gehöftmaschinen zwar erhöht werden, wirtschaftlich würde dieses Verfahren aber damit durchaus nicht sein; beim Antrieb von Dreschmaschinen und noch mehr von anderen Arbeitsmaschinen würde der Trecker außerordentlich schlecht belastet sein. Klein- und Mittelbetriebe überwiegen zahlenmäßig bei weitem in der deutschen Landwirtschaft, und für diese kommt heute die allgemeine Verwendung des Schleppers nicht in Frage.

Für Kleinmaschinen kommt nur der Leichtölmotor als Wettbewerber für den Elektromotor in Frage. Die Preise für Benzin oder Benzol sind aber so hoch, daß die Brennstoffkosten allein vielfach schon höher sind als die gesamten Stromkosten.

Bedenkt man, daß zu den Brennstoffkosten noch die Ausgaben für Schmierung, Kühlung, Abschreibung, Verzinsung, Bedienung und Wartung hinzukommen, so ist sicher der Schluß berechtigt, daß Leichtölmotoren in der Landwirtschaft nur in Frage kommen können, wenn die örtliche Lage einzelner Wirtschaften unverhältnismäßig hohe Kosten für den elektrischen Anschluß verursachen würde.

Unter Berücksichtigung aller Kosten jedoch dürfte der Anreiz für den Ersatz von Elektromotoren durch Dieselmotoren in größerem Umfange in der Landwirtschaft gering sein. Werden aber bestimmte Anteile an den Betriebskosten nicht berücksichtigt, wie es besonders bezüglich der für Verzinsung, Abschreibung, Ausbesserungen und Wartung einzusetzenden Beträge gern getan wird, so kann künstlich eine Überlegenheit des Verbrennungsmotors gegenüber dem Elektromotor konstruiert werden, die in Wirklichkeit nicht vorhanden sein kann. Die für Verzinsung, Abschreibung, Ausbesserung und Wartung einzu-

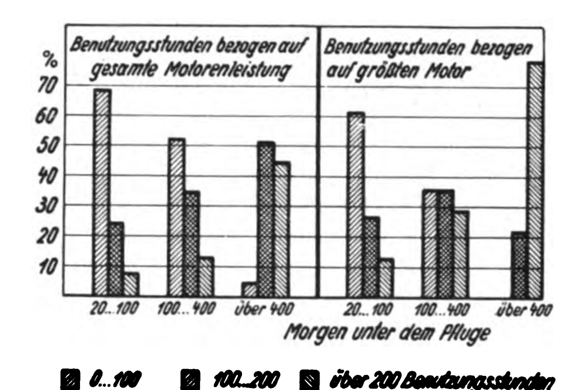


Abb. 5. Benutzungsstunden bezogen auf die insgesamt vorhandene Motorenleistung und auf den jeweilig größten Motor in Abhängigkeit von der Größe der Wirtschaft.

setzenden Beträge sind beim Elektromotor erheblich niedriger als beim Verbrennungsmotor; werden sie bei Vergleichsrechnungen also mehr oder weniger unterschlagen, so muß das Ergebnis ein vollkommen falsches Bild der tatsächlichen Verhältnisse ergeben.

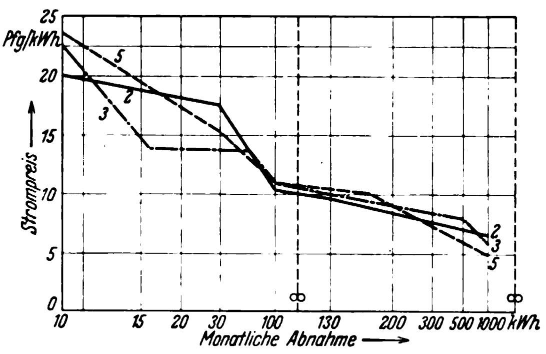
Auf gerechter Grundlage durchgeführte Vergleiche braucht der Elektromotor nicht zu fürchten, selbst wenn seine betrieblichen Vorteile gegenüber dem Verbrennungsmotor außer acht gelassen werden sollten. [Nach einem Vortrag von K. Dolzmann auf der R.E.V.-Arbeitstagung in der Fachgruppe „Elektrizitätsanwendung" am 26. 10. 1934 in Berlin. Elektr.-Wirtsch. 33 (1934) S. 534.] *Sb.*

Energiewirtschaft.

621. 317. 8 (73) : 64. 01 **Der Haushalt-Strompreis in den V. S. Amerika, eine staatliche Untersuchung**[1]. — Für eine staatliche Untersuchung der Tarife der V. S. Amerika wurden beträchtliche Mittel im April 1934 bereitgestellt. Ein Jahr später lag bereits der erste Tatsachenbericht vor. Dieser umfaßt die Haushalttarife in 191 Städten über 50 000 Einwohner. Rund die Hälfte aller Haushaltstromabnehmer ist erfaßt. Die neuesten Tarife, am 1. 1. 1935 gültig, sind zugrundegelegt.

Das Tarifergebnis von 11 Werken für die gleiche monatliche Abnahme von 100 kWh in 18 Städten gibt Zahlentafel 1 mit den 11 Tarifen, sie zeigt die starke Verschiedenheit der Tariffassungen. Trotzdem liegt der Preisunterschied für 100 kWh Abnahme unter 4 %. Hier scheint eine Tarifvereinfachung, die von der staatlichen Behörde angestrebt wird, am Platze.

Die drei Tarife der Städte Winston, Memphis und San Jose sind in Abb. 1 dargestellt[2]). Während der Strompreis bei einer Abnahme von 100 kWh fast gleich ist, tritt ein mehrfaches Überschneiden der Strompreise in der betrachteten Abnahmespanne von 10 bis 1000 kWh ein. Zudem sind die tarifbestimmenden Größen so ver-



2 Winston 3 Memphis 5 San Jose
Abb. 1. Drei typische Haushalttarife.

schieden, daß nur der Fachmann Preisvergleiche anstellen kann, der Abnehmer selbst den Tarifen aber ratlos gegenübersteht. Der Bericht weist sogar auf eine größere

[1]) Staatliche Tarifuntersuchung der „Federal Power Commission", V. S. Amerika, 1935.
[2]) 1 Dollar = 2,5 RM.



Zahlentafel 1. Tarife von 11 Werken.

Tarif Nr.	Monatlicher Bereitstellungspreis RM	Monatlicher Arbeitspreis	Pfg/kWh	Monatl. Mindestgebühr RM	Rechnung für 100 kWh monatl. RM
1	1,—	für die ersten 30 kWh . für die nächsten 140 kWh . darüber	11,25 8,75 3,75	1,—	10,50
2		für 10 kWh oder weniger 2,— RM für die nächsten 20 kWh . für die nächsten 100 kWh . darüber	 16,25 7,5 6,25	2,—	10,50
3		für 10 kWh je Zimmer . . für die nächsten 500 kWh . darüber	13,75 7,5 3,75	2,25	10,62
4	2,50	für die ersten 50 kWh . . für die nächsten 50 kWh . für die nächsten 150 kWh . darüber	8,75 7,5 5,0 3,75	2,50	10,62
5	1,25	für die ersten 30 kWh . . für die nächsten 140 kWh . darüber	11,25 8,75 3,75	—	10,75
6		für 3 kWh je Zimmer . . . für die nächsten 100 kWh . für die nächsten 500 kWh . darüber	15,0 10,0 6,25 3,75	1,25	10,75
7	—	für die ersten 30 kWh . . für die nächsten 30 kWh . darüber	16,25 11,25 6,25	2,50	10,75
8	1,25	für die ersten 30 kWh . . für die nächsten 140 kWh . darüber	11,25 8,75 3,75	—	10,75
9	1,87	für die ersten 30 kWh . . für die nächsten 170 kWh . darüber	12,5 7,5 5,0	1,87	10,87
10	—	für die ersten 30 kWh . . für die nächsten 30 kWh . für die nächsten 40 kW . für die nächsten 100 kWh . darüber	15,0 11,25 7,5 5,0 3,75	2,50	10,87
11	—	für die ersten 15 kWh . . für die nächsten 50 kWh . darüber	19,0 11,075 5,925	1,87	10,87

Zahl von Tarifen hin, die selbst für den Sachverständigen schwer verständlich seien.

Die drei betrachteten Werke haben Dampf- und Wasserkrafterzeugung, sie sind auch in der Stromverteilung einander ähnlich; die Belastungsdauer und die Siedlungsdichte sind gut vergleichbar. Trotzdem ist der Einheitsendpreis bei hohem monatlichen Verbrauch um fast 70 % verschieden. Außerdem — vielleicht um eine Einheitlichkeit zu vermeiden — gilt die Bestimmung, daß der letzte Blockpreis von 3,75 Pfg/kWh in einem Tarif nach einer Abnahme von 170 kWh im Monat, beim anderen jedoch erst nach über 500 kWh eintritt. Der Grundpreis, Bereitstellungspreis oder Mindestpreis ist dazu noch um 60 bzw. 80 % höher als der niedrigste Satz. Die Frage wird daher aufgeworfen: Sind diese Preisunterschiede willkürlich oder ergeben sie sich aus den Selbstkosten, Abgaben oder aus mancherlei anderen Gründen zwangläufig? Diese Untersuchung ist noch nicht abgeschlossen, folgt aber mit Sicherheit.

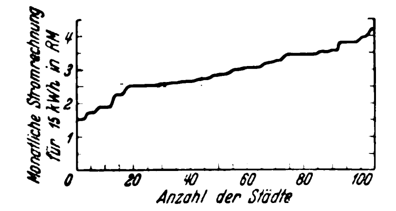


Abb. 2. Stromrechnung für 15 kWh in 104 Städten mit 50 000 bis 100 000 Einwohnern.

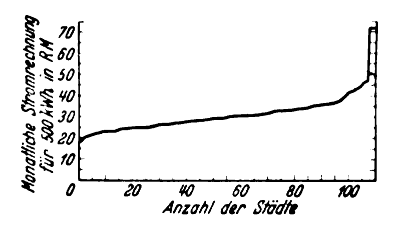


Abb. 3. Stromrechnung für 500 kWh in 109 Städten mit 50 000 bis 100 000 Einwohnern.

Zahlentafel 2 gibt die höchsten und niedrigsten Preise für eine monatliche Abnahme von 15 bis 500 kWh in Großstädten. **Die gleiche** Stromlieferung wird 3- bis 4½-fach so teuer als in einer anderen Großstadt.

Betrachten wir die Städte mit Einwohnerzahlen von 50 000 bis 100 000, so zeigt Abb. 2, daß für eine Abnahme von 15 kWh monatlich der Höchstwert etwas unter dem Dreifachen des Mindestrechnungsbetrages liegt. Für eine Abnahme von 500 kWh monatlich gibt Abb. 3 die Werte

Zahlentafel 2. Strompreise in Städten mit 100 000 Einwohnern und darüber.

Abnahme kWh	Städte mit Mindestrechnung	Rechnungsbetrag RM	Städte mit Höchstrechnung	Rechnungsbetrag RM	Unterschied %
15	im Staate Ohio . .	1,60	im Staate Florida	4,27	185
25	„ „ „ . .	2,20	„ „ „	6,90	213
40	„ „ „ . .	3,27	„ „ „	10,45	219
100	„ „ Washington	6,—	„ „ „	17,50	192
250	„ „ „	9,75	„ „ New York	39,62	306
500	„ „ „	16,—	„ „ „	70,87	343

der einzelnen Städte. Der Höchstrechnungsbetrag ist rd. das Vierfache des Kleinstbetrages. Da die Zahlentafel 2 sogar das 4,4fache für dieselbe elektrische Arbeit (500 kWh) ausweist, so zeigen diese Werte nur zu deutlich die Unsicherheit der Tarifingenieure auf dem Neuland der Heißwasserspeicher und des elektrischen Kochens. Allerdings darf man an der Frage nicht vorbeigehen, ob vielleicht die Absicht diesen Preisstellungen zugrunde liegt, aus den Großabnehmern die höchsten Gewinne herauszuwirtschaften. Dieser Gesichtspunkt wird noch näher zu untersuchen sein. Sicher spielt die große Zahl der Kleinabnehmer unter den Haushaltungen hier eine Rolle, da die Tarifgenauigkeit für diese im eigensten Interesse des Werkes hoch sein müßte. Es wird daher in der Abb. 4, um einen tieferen Einblick in diese Frage zu gewinnen, die Anzahl der Abnehmer für die charakteristischen monatlichen Stromabnahmen aufgetragen. Hier zeigt sich, daß die Kleinstabnehmer bis 40 kWh monatlich rd. zwei Drittel aller Abnehmer ausmachen. Es ist also von Interesse, die mittlere monatliche Stromrechnung mit einer ersten Kurve der angenommenen Selbstkosten zu vergleichen. Abb. 5 zeigt die mittleren Rechnungsbeträge für die Abnahmen von 15 bis 500 kWh monatlich mit der Selbstkostenkurve, die folgendermaßen aufgebaut ist:

Abb. 4. Aufteilung der Haushaltstromabnahme nach der Abnehmerzahl für Städte über 50 000 Einwohner.

Grundpreis . . 8,— RM monatlich je kW Spitzenanteil,
Kundenpreis . . 2,50 RM monatlich je Abnehmer,
Arbeitspreis . . 2,— Pfg/kWh.

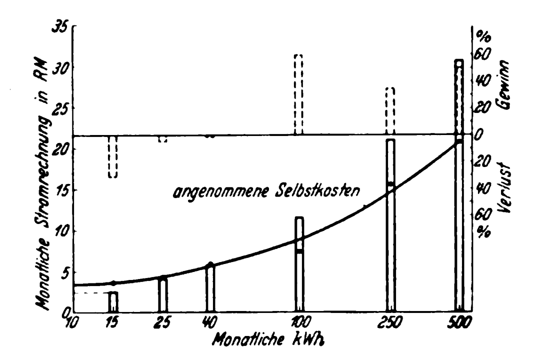


Abb. 5. Mittlere Stromrechnung in Großstädten. Gewinn und Verlust nach angenommenen Selbstkosten.

Man sieht, daß die Kleinstabnehmer ein Minusgeschäft bedeuten und erst die Verbraucher mit 100 kWh monatlich einen — allerdings recht bedeutenden — Gewinn darstellen. Bei den noch größeren Abnahmen sind ebenfalls hohe prozentuale Gewinne zu verzeichnen.

Unter dieser ersten Selbstkostenannahme ist jetzt bei Berücksichtigung der jeweiligen Zahl der Abnehmer (es handelt sich um rd. 10 Millionen) der Gewinn und



Verlust in Millionen Reichsmark in Abb. 6 aufgetragen. Die Rechtecke, die sich zum Teil mehrfach überdecken, zeigen deutlich, daß die 100 kWh-Abnehmer einen recht beträchtlichen Gewinn bringen.

Stellt man sich auf den Standpunkt, daß jede Abnehmergruppe ungefähr ihren Anteil an den Kosten der Stromlieferung tragen müsse, schon um eine angenäherte Vollelektrisierung für bereits gute Abnehmer möglich zu machen, so kann man aus dieser ersten angenäherten Analyse den Schluß ziehen, daß die Haushalt-Tarifformulierung fehlerhaft ist. Seit vielen Jahren hat man sich gescheut, dem Kleinstabnehmer Preise abzuverlangen, die den Werkskosten entsprechen. Man hat seit Jahrzehnten aus den mittleren und großen Haushaltungen so bedeutende Gewinne herausgewirtschaftet, daß man den Kleinstabnehmern im Strompreis Geschenke machen zu können glaubte. Man hat sich gescheut, einen Bereitstellungspreis, Grundpreis, Mindestpreis oder wie man die feste Gebühr auch nennen mag, so hoch anzusetzen, daß auch beim Kleinstabnehmer ein, wenn auch nur bescheidener Gewinn erzielt wird. Hierdurch wurde man gezwungen, einen Teil der festen Kosten in den Arbeitspreis zu legen, wodurch der Größtabnehmer im allgemeinen den höchsten Gewinn für das Werk abwirft. Hierdurch ist eine Ungerechtigkeit begangen. Man hat ein die Elektrisierung hinderndes Moment in die Tarife eingeführt und das Werbemoment der Tarife durch die stark absinkenden Einheitspreise erheblich vermindert. Es ist daher nicht verwunderlich, daß in den drei Tarifen der Abb. 1 ein 70prozentiger Unterschied des letzten Einheitsblocks vorhanden ist. Längst ist man sich darüber klar, daß die Vollelektrisierung der Haushaltungen eine kaum abzusehende gewaltige Arbeitsquelle und einen großen Zivilisationsfortschritt mit einem durch die Massenfabrikation gegebenen Ausfuhrvorsprung darstellt. Trotzdem wird die Schlußfolgerung, der anzusetzende Hebel, der gerechte, preiswerte, richtig aufgebaute, werbende Tarif, nicht gezogen. A. G. Arnold.

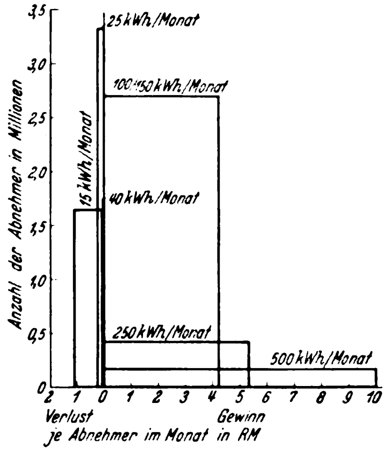


Abb. 6. Gesamtgewinn und -verlust der Haushaltstromabnahme bei angenommenen Selbstkosten.

GESCHÄFTLICHE NACHRICHTEN.

Die Metallpreise im 2. Vierteljahr 1935[1]). — Bis in die dritte Woche des Mai setzte sich die seit Anfang des Jahres bestehende Aufwärtsbewegung an den Metallmärkten fort, zuletzt in verstärktem Ausmaße. Wenn auch die Nachfrage seitens des Verbrauchs, insbesondere hervorgerufen durch Heeresaufträge und öffentliche Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen, wie vor allem auf dem Gebiete der Bauwirtschaft, eine Steigerung erfahren hat, so waren die preistreibenden Faktoren doch vor allem spekulativer Art. Für die Aufwärtsbewegung am Kupfermarkt war die Vereinbarung der Kupfererzeuger und die inneramerikanische Marktordnung ausschlaggebend. Die Erzeugungsdrosselung in Chile und bei den afrikanischen Erzeugern in Verbindung mit der Ausfuhrbeschränkung der V. S. Amerika und Kanada bedeutete für die nahe Zukunft eine erhebliche Einschränkung des Angebots und damit eine Steigerung der Preise. Die Spekulation nahm diese Auswirkung aber schon vorweg, ehe überhaupt die Drosselungsbeschlüsse in Kraft traten. Als Ziel der beabsichtigten Preiserhöhung wurde verschiedentlich in den Generalversammlungen ein Preis von etwa 50 RM je 100 kg genannt. Als Vorbedingung für ein gutes Arbeiten der Kupferverständigung muß aber in gewissem Sinne die Marktordnung in den V. S. Amerika durch den Kupfercode angesehen werden, die es erst ermöglicht hätte, tatsächlich eine Beschränkung der Ausfuhr zu gewährleisten. Aus dieser Bewegung am Kupfermarkt zogen auch die Blei- und Zinkpreise Nutzen, wenn auch hier Sondererscheinungen (stärkere Nachfrage des Verbrauchs, englisches Zollproblem) in der Preisbildung eine Rolle spielten. Ende Mai erfolgte dann der Umschlag in der Preisentwicklung, ausgelöst durch die Nichtigkeitserklärung der Nira-Abkommen und Auflösung der Codes. Schon die ersten Nachrichten veranlaßten umfangreiche Verkäufe an der Londoner Börse. Ein größerer Preisrückgang wurde zunächst vermieden, als die Anlagen aus französischen Währungs-Fluchtkapitalien Unterkommen auf den Metallmärkten suchten. Wenn auch die V. S. Amerika-Kupfererzeuger wiederholt erklärten, freiwillig an den Bestimmungen des Kupfercode festzuhalten und damit an dem Inlandspreis von 9 cts je lb, so zeigte sich doch bald, daß diese Beschlüsse, wenigstens in preislicher Hinsicht, wirkungslos waren, da von Außenseitern Angebote bis herab zu 7 cts über erhebliche Mengen an den Markt kamen. Diese Entwicklung in den V. S. Amerika und Rückziehen der Währungsfluchtkapitalien aus Kupferengagements hatten weitere Kurseinbrüche an der Londoner Börse zur Folge. Schien es zunächst, als ob auch Blei, Zink und Zinn in die Abwärtsbewegung der Kupferpreise einbezogen würden, so konnten sich doch diese Metalle bald wieder vom Kupfer lösen und ihre anfänglichen Preiseinbußen bis Ende des Monats größtenteils wieder aufholen. Da Blei sich während der Abwärtsbewegung weitaus widerstandsfähiger zeigte als Zink, lag zeitweise die Bleinotierung über der für Zink.

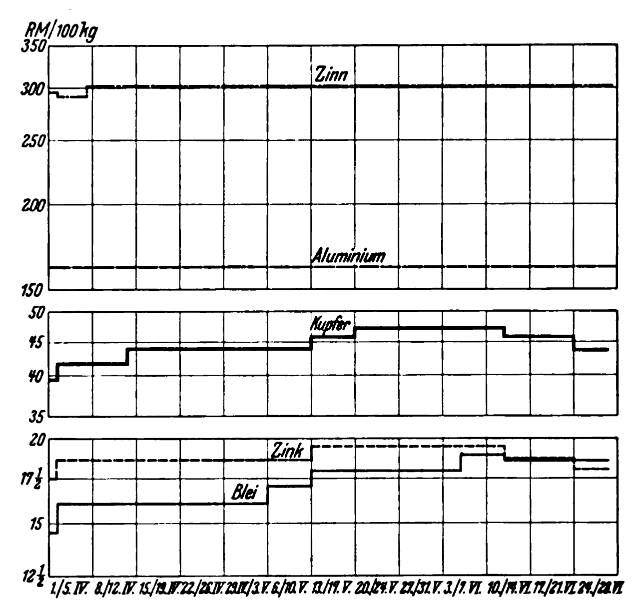


Abb. 1. Metallpreise im 2. Vierteljahr 1935.
Aluminium: Berlin 98/99% Blöckchen. — Blei: Berlin, erstnotierter Monat (Brief). — Kupfer: Berlin, Delnotiz. — Zink: Berlin, erstnotierter Monat (Brief). — Zinn: Hamburg, Kontrakt A, erstnotierter Monat (Brief).

Der Zinnmarkt hatte wiederum seine eigene Bewegung. Das mit dem „Pfefferkrach" aufgerollte Zinnproblem hat sich bisher noch nach keiner Richtung hin entscheidend entwickelt, trotz aller Angriffe (Anfragen im Unterhaus, Maklerstreik). Die Knappheit an greifbarer Ware hält an, ist wohl eher noch stärker geworden, und kommt deutlich in dem Aufgeld für sofort lieferbare Ware — zeitweise über 12 £ — zum Ausdruck. Vorübergehende Verringerungen der Spanne waren eher auf Anziehen der 3-Monats-Notierungen als auf rückgängige Kassa-Notierungen zurückzuführen. Der Pool gab auch weiterhin aus seinen Vorräten keine Ware ab. Zinnkartell und Pool verteidigen ihre Politik mit dem Hinweis, daß an der Metallknappheit lediglich die Spekulation schuld sei, die auch an stabilen Preisen, wie sie die Industrie brauche, kein Interesse habe; auch sei der Preisstand im Vergleich zu anderen Rohstoffen durchaus nicht zu hoch. — Ende des Juni setzte der Zinnausschuß die Quoten von 45 auf 50% herauf, während man wenigstens eine Heraufsetzung auf 55%, teils sogar auf 60% erwartet hatte. Das Zinnkartell hält aber anscheinend eine vorsichtige Politik im Hinblick auf die Kapazitätsentwicklung der afrikanischen Mitglieder und einiger Außenseiter, die Unabhängigkeitsbestrebungen einiger Län-

[1]) ETZ 56 (1935) H. 17, S. 496.

der, insbesondere der V. S. Amerika als größten Zinnverbraucher, die rückgängige Beschäftigung der dortigen Weißblechhersteller, die Suche nach Austauschwerkstoffen usw. für ratsamer. — Die Preise für die kartellierten Metalle Aluminium, Nickel und Quecksilber erfuhren in der Berichtszeit keine Veränderung.

Zahlentafel 1 zeigt die Metallpreisentwicklung in London seit Anfang des Jahres (£-Notierungen, umgerechnet auf RM):

Zahlentafel 1. Preisnotierungen in London, umgerechnet auf RM je 100 kg.

	Elektrolytkupfer	Zinn	Zink	Blei
2. Januar 1935	38,70	276	14,50	12,40
7. März 1935	36,10	247	13,10	11,90
27. Mai 1935	46,70	279	18,50	17,90
28. Juni 1935	39,70	277	16,85	16,55

Die deutschen Preise wurden der Bewegung an den internationalen Märkten stufenweise angepaßt. Die Entwicklung für Kupfer, Blei, Zink und Zinn an den Metallbörsen und für Aluminium zeigt Abb. 1. *Lw.*

Aus der polnischen Elektrizitätswirtschaft — Jahresabschlüsse 1934. — „Überlandzentrale des Krakauer Bezirks": Gewinn 0,21 Mill RM, Aktienkapital 3,6 Mill RM, Bilanzsumme 11,42 Mill RM. — „Pommerellisches Landeselektrizitätswerk AG." in Thorn: ohne Gewinn, Aktienkapital 1,44 Mill RM, Bilanzsumme 12,58 Mill RM. — „Elektrizitätswerk Bielitz-Biala" AG.: Verlust 0,03 Mill RM (Verlust 1933: 0,06 Mill, 1932: 0,06 Mill RM), Aktienkapital 0,96 Mill RM, Bilanzsumme 4,57 Mill RM. — „Warschauer Überlandzentrale" AG. in Pruszkow bei Warschau: Gewinn 0,1 Mill RM, Aktienkapital 2,9 Mill RM, Bilanzsumme 16,42 Mill RM. — „Elektrizitätswerk Petrikau" AG. in Petrikau: Gewinn 0,03 Mill RM (Verlustvortrag aus 1933: 0,21 Mill), Aktienkapital 0,96 Mill RM, Bilanzsumme 4,75 Mill RM. — Dr. *P.*

Aus der Geschäftswelt. — In das Handelsregister wurden eingetragen: Electrica G. m. b. H., Wuppertal (20 000 RM): Herstellung von und Handel mit elektrotechnischen Artikeln.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

621. 396. 97 (100) **Rundfunkteilnehmer in der Welt.** — Die Ausbreitung des Rundfunks hat sich auch während der letzten Jahre in bedeutendem Ausmaß fortgesetzt. Dabei hat sich das Verhältnis zwischen den einzelnen Ländern im wesentlichen nicht geändert. Nach wie vor führen die V. S. Amerika vor Großbritannien und Deutschland. Allerdings haben die im Rundfunkwesen zurückgebliebenen europäischen Staaten den Vorsprung Amerikas eingeholt, das 1934 noch mehr Rundfunkteilnehmer besaß als ganz Europa, 1935 aber bereits von Europa überflügelt wurde. Bei Betrachtung der auf 1000 Einwohner entfallenden Rundfunkteilnehmer führen dagegen nunmehr die V. S. Amerika mit knappem Abstand vor Dänemark. Unter den Ländern mit starker Steigerung der Rundfunkteilnehmer steht Deutschland mit an erster Stelle. Während 1934 auf 1000 Einwohner erst 77,7 Rundfunkteilnehmer entfielen, waren es Anfang 1935 bereits 102 Teilnehmer. Wie das Verhältnis von Rundfunkteilnehmern und Bevölkerungszahl in den anderen Staaten zeigt (Zahlentafel 1), ist auch in Deutschland in den nächsten Jahren mit einer erheblichen Steigerung der Rundfunkteilnehmer zu rechnen.

Zahlentafel 1. Rundfunkteilnehmer in den Jahren 1930 bis 1935.

Länder	Rundfunkteilnehmer				Rundfunkteilnehmer auf 1000 Einwohner		
	Anfang 1930	Anfang 1932	Anfang 1934	Anfang 1935	Anfang 1930	Anfang 1934	Anfang 1935
Europa:							
Deutschland	[1]) 3 066 682	[1]) 3 980 852	[1]) 5 052 607	[2]) 6 725 216	47,8	77,7	101,9
Belgien	[3]) 125 000	228 400	465 791	639 320	15,6	57,1	71,0
Bulgarien	2 072	4 054	7 736	9 000	0,4	1,3	1,6
Dänemark	308 927	483 600	532 992	583 109	88,7	150,0	163,1
Danzig	15 083	17 660	20 909	28 669	39,4	51,3	70,3
Estland	15 360	16 125	14 758	16 827	13,8	13,3	14,9
Finnland	95 742	116 300	121 014	129 119	26,7	32,8	35,2
Frankreich	[3]) 600 000	900 000	1 433 700	1 957 194	14,5	33,5	46,8
Griechenland	600	2 321	3 318	5 000	0,1	0,5	0,8
Großbritannien	2 956 736	4 624 153	5 973 759	7 055 464	66,6	133,4	153,2
Irischer Freistaat	25 733	28 398	45 008	65 856	8,7	15,1	22,2
Island	1 800	4 100	8 030	10 871	16,5	72,0	100,1
Italien	[3]) 85 000	249 000	365 000	436 000	2,1	8,6	10,6
Lettland	29 440	43 618	50 808	71 154	15,6	26,2	37,4
Litauen	10 706	12 385	17 305	21 800	4,6	7,9	10,0
Niederlande	139 933	523 562	648 275	918 583	18,1	79,8	115,7
Norwegen	70 188	109 355	137 968	169 286	24,9	48,5	58,3
Österreich	376 366	461 130	507 479	537 841	56,2	75,5	79,6
Polen	202 586	313 281	311 287	422 777	6,3	9,8	13,6
Portugal	—	—	16 093	34 308	—	2,5	5,0
Rumänien	29 746	88 617	100 000	112 354	1,6	5,6	6,2
Schweden	427 564	545 522	666 368	773 785	70,2	108,1	126,1
Schweiz	83 757	167 272	300 051	371 962	20,8	73,5	91,5
Spanien	[3]) 100 000	[3]) 100 000	154 662	213 004	4,1	7,7	9,3
Südslawien	20 236	50 552	58 896	66 530	1,6	4,1	4,8
Tschechoslowakei	267 962	399 955	573 109	744 277	18,2	38,8	50,6
UdSSR	[3]) 1 000 000	2 764 000	—	—	8,2	—	—
Ungarn	266 600	337 120	328 179	349 767	30,7	37,0	40,3
Europa ohne UdSSR	9 323 819	13 807 332	17 915 102	22 469 073	—	—	—
Amerika:							
Argentinien	—	—	450 000	500 000	—	37,5	42,2
Canada	336 972	598 934	681 089	813 000	34,9	64,9	77,4
Mexico	[3]) 50 000	[3]) 135 000	500 000	800 000	3,5	30,2	48,3
Neufundland	[3]) 2 500	2 700	3 500	2 632	9,4	13,3	9,4
V. S. Amerika	12 824 800	16 100 000	18 925 000	20 750 000	104,5	147,9	165,1
Afrika:							
Marokko	[3]) 3 000	3 700	11 218	22 349	3,8	2,2	4,2
Südafrikanische Union	17 435	39 610	67 160	109 044	2,2	8,2	13,4
Asien:							
Britisch-Indien	[3]) 6 000	—	10 914	[5]) 16 250	—	—	0,1
Japan	628 433	981 727	[3,4]) 1 681 162	[4]) 1 979 096	10,2	18,0	21,7
Türkei [6])	1 700	2 943	5 404	6 930	0,1	0,4	0,5
Ozeanien:							
Australien	309 981	337 658	518 628	702 206	49,5	78,1	105,9
Neuseeland	50 157	71 686	112 581	118 086	34,2	83,8	87,8
Niederländisch-Indien	2 132	2 781	8 580	17 950	—	0,1	0,3

[1]) ohne Saargebiet — [2]) mit Saargebiet — [3]) zum Teil Schätzungen — [4]) einschl. Korea, Formosa und Kwantung — [5]) einschl. Birma — [6]) europäischer und asiatischer Teil.

LITERATUR.

Besprechungen.

Fernsehen und Bildfunk. Die allgemeinen Grundlagen — Der gegenwärtige Stand. Von Ing. R. Thun. Mit 80 Abb. u. 83 S. in 4⁰. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1934. Preis kart. 3,60 RM.

Das vorliegende Buch macht den Leser in knapper, aber übersichtlicher Darstellung mit den Grundlagen und Entwicklungsmöglichkeiten des Fernsehens und Bildfunks bekannt und verschafft ihm einen Überblick über den gegenwärtigen Stand dieses neuen technischen Fachgebiets. Besonders eingehend behandelt der Verfasser im ersten Abschnitt die allgemeinen, für jede Art von Fernbildübertragung und Fernsehen gültigen Grundgesetze und bespricht die verschiedenen die Bildgüte und Bildwirkung beeinflussenden Faktoren, wobei ihm ein reichhaltiges Zahlentafelmaterial zu Hilfe kommt. Ein zweiter Abschnitt befaßt sich mit den für die Erzeugung, Übertragung und Wiedergabe von Bildern verwendbaren technischen Verfahren und Bauteilen, während im dritten Abschnitt ausgeführte Geräte beschrieben sind, die dem heutigen Stande des Fernsehens entsprechen. Das Buch ist vorzüglich ausgestattet und kann allen, die sich ernsthaft mit dem Problem des Fernsehens befassen wollen, empfohlen werden. Heilmann.

Objektive Photometrie. Von Dr. phil. R. Sewig. Mit 140 Textabb., VII u. 193 S. in gr. 8⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1935. Preis geh. 17,50 RM, geb. 19 RM.

Wenn dem Besprecher an dem vorliegenden Buche etwas nicht gefällt, so ist es der Titel, da derselbe den Inhalt des Werkes bei weitem nicht umfaßt. Objektive Photometrie bedeutet: „Messung des Lichtes, ohne das Auge zum Vergleich heranzuziehen." Aber weder beschränkt sich der Verfasser auf das „Licht" noch auf die „objektive Messung" desselben. Denn einerseits behandelt er ganz allgemein die Strahlungsmessung und die dazu nötigen Apparate, und anderseits bedeuten z. B. die im dritten Abschnitt behandelten Filter, Schwächungsvorrichtungen, Selektoren, Integratoren, Lichtquellen usw. so ziemlich die Grundlagen für jede Lichtmessung, sei sie objektiv oder subjektiv. Auch handelt nur etwa ein Drittel des Buches von der eigentlichen „objektiven Photometrie", in den vorhergehenden zwei Dritteln wird über die lichtelektrischen Umformer, die elektrischen Meßgeräte und -verfahren sowie über die optischen Hilfsmittel eingehend berichtet.

Nun ist diese umfassende Behandlung der Grundlagen der Lichtmessung und ihres heute hochentwickelten Standes sicher kein Fehler, sondern ein großer Vorzug des Werkes, auch ist es gewiß nicht leicht, alle diese verschiedenen Dinge in einem kurzen Stichwort zusammenzufassen, aber es erscheint doch richtig, bei einer Besprechung darauf aufmerksam zu machen, daß der Titel zu eng ist, da bei Fernerstehenden durch diesen Titel leicht der Eindruck erweckt werden kann, als handele es sich hier um ein sehr enges Gebiet, das nur für einen kleinen Kreis von Interesse sein kann. Die lichtelektrischen Umformer, worunter Thermoelemente, Bolometer, Photozellen, Sperrschichtzellen u. dgl. mehr verstanden werden sollen, sind heute so weit entwickelt worden, daß sie außer für die Lichtmessung noch für viele andere Dinge in Frage kommen, und daher nicht nur für den Physiker, sondern ebenso für den Chemiker und den praktischen Ingenieur von Bedeutung sind. Es ist daher sehr zu begrüßen, daß der Verfasser es unternommen hat, die besonders in physikalischen, aber auch in technischen Zeitschriften zerstreuten Arbeiten auf diesem weiten Gebiete in einem kurzen, streng wissenschaftlichen, aber klar und verständlich geschriebenen Werke zusammenzufassen.

Was nicht gesagt wird, ist aus den zahlreichen gut ausgeführten Abbildungen zu entnehmen. Ein ausführliches Schrifttum weist den Weg zu eingehenderem Studium. Bei der Beschreibung der einzelnen Apparate wird zum Teil auf die herstellenden Firmen hingewiesen, wobei auch ausländische — vielleicht reichlich oft — genannt werden.

Das Werk ist sowohl zum Studium als auch als Nachschlagewerk durchaus zu empfehlen. W. Voege.

The principles of electric power transmission by alternating currents. Von H. Waddicor. 3. Aufl. Mit 164 Abb., XXI u. 449 S. in 8⁰. Verlag Chapman & Hall, Ltd., London 1935. Preis geb. 21 s.

Die soeben erschienene 3. Auflage des vorliegenden Buches, das mit seiner alle Fragen der elektrischen Kraftübertragung überblickenden und zusammenfassenden Darstellung in seiner Bedeutung als Einführungswerk bereits früher[1]) eingehend gewürdigt wurde, hat eine dem heutigen Stand der Technik entsprechende Umarbeitung und Erweiterung erfahren.

Die Berechnungsgrundlagen kurzer und langer Hochspannungskraftübertragungen sind weiter durchgearbeitet und mit übersichtlichen Zahlenbeispielen versehen worden, die eine schnelle Einarbeitung wesentlich erleichtern. Der Einfluß der Transformatoren am Anfang und Ende der Übertragungen auf die Ströme und Spannungen ist nunmehr berücksichtigt worden. In dem Kapitel über Freileitungsbau sind die neuesten Erfahrungen und Untersuchungen über Isolatoren verarbeitet. Eine vollkommene Umarbeitung hat der Abschnitt über Kabel erfahren. Neben einer ausführlichen Behandlung der dielektrischen Verluste, der Messung des Verlustwinkels und aller sich hieraus für die Fabrikation ergebenden neuen Erkenntnisse ist auch eine Beschreibung neuester Kabeltypen, der Öl- und Druckkabel, aufgenommen worden. Für die Kompensierung und Regelung langer Hochspannungsübertragungen wird wie früher, entsprechend der amerikanischen Übung, der Phasenschieber eingehend behandelt und empfohlen. Es fällt hier auf, daß mit keinem Wort auf die Anwendung von billigeren Drosseln hingewiesen wird, mit denen in Deutschland gute Erfahrungen gemacht wurden. Bei der Betrachtung wirtschaftlicher Fragen ist neben der Ermittelung des günstigsten Querschnittes auch kurz die Wahl der wirtschaftlich günstigsten Übertragungsspannung gestreift worden. Eine Bereicherung hat ferner das Kapitel über Überspannungsschutz durch eingehendere Darstellung der Wanderwellenvorgänge und durch Aufnahme der neuesten Ergebnisse der Blitzforschung erfahren. Neben einer festen Erdung des Sternpunktes, der durchaus im Vordergrund der Ausführungen steht, wird aber auch zum erstenmal der ungeerdete Betrieb mit Erdschlußlöschung in Betracht gezogen. Auf dem Gebiete des Relaisschutzes treten wieder die in England besonders beliebten Schutzsysteme mit Hilfsleitungen in den Vordergrund. Der Distanzschutz ist aber in der neuen Auflage, wenn auch seiner Bedeutung nach zu kurz, behandelt worden.

Die ausführlichen Literaturnachweise sind dem neuesten Stand angepaßt und geben zumal dem fachkundigen Leser wertvolle Hinweise für eine eingehendere Durcharbeitung einzelner wichtiger Fragen. W. v. Mangoldt.

Einführung in die Lehre von den Kolloiden. (Kolloidkurse des Instituts für Kolloidforschung zu Frankfurt a. M., Bd. 1.) Herausg. v. Prof. Dr. H. Bechhold unt. Mitarb. v. zahlr. Fachgelehrten. Mit 86 Abb. u. 160 S. in gr. 8⁰. Verlag Theodor Steinkopf, Dresden u. Leipzig 1934. Preis geh. 9 RM, geb. 10 RM.

Das Buch bildet nach seiner Vorrede die Zusammenstellung von 9 Vorträgen, die im Jahre 1932 im Frankfurter Institut für Kolloidforschung von einer Reihe erster Fachleute vor Chemikern, Industriellen, Ingenieuren, Lehrern, Medizinern, Studenten und Pharmazeuten gehalten wurden. Diese Vorträge sollten einen zusammenhängenden Überblick über den Stand der Kolloidchemie und Kolloidphysik bieten. Im ersten Vortrage: „Was sind Kolloide" werden zunächst die Leser mit dem Wesen der Kolloide vertraut gemacht. Hierbei werden als kolloide Stoffe zunächst solche bezeichnet, die in Lösung Teilchen bilden von einer Größe von mehr als 1 mμ und unter 1000 mμ (1 mμ = 0,000 001 mm). Die weiteren Vorträge widmen sich den chemischen und physikalischen Eigenschaften dieser Teilchen und den Meßverfahren. Es sind dies Abschnitte über die Herstellung kolloider Systeme, über Kolloidteilchen als physikalische Molekeln, über Grenzflächen und Grenzflächenvorgänge, über Sole, Gele und Koagele, über elektrische Eigenschaften kolloider Systeme, über die Optik der Kolloide und schließlich ein 23 Seiten langer Abschnitt über die Erforschung der Kolloide mit

[1]) ETZ 52 (1931) S. 1211.



Röntgenstrahlen. Dabei werden einige technische Verfahren, z. B. die elektroosmotischen Verfahren, gestreift. Jeder dieser Vorträge behandelt in knapper und doch klarer und übersichtlicher Form die wichtigsten Fragen seines Sondergebietes. Hierbei wird auf größere chemische Formeln und umfangreiche mathematische Darstellungen verzichtet. Das Buch soll ein Orientierungsmittel auf neuzeitlichster Grundlage darstellen und einem lebhaften Bedürfnis nach einer kurzen zeitgemäßen Einführung in das wissenschaftliche und technisch wichtige Gebiet der Kolloide Rechnung tragen. Diesen Zweck hat der Herausgeber mit der Zusammenfassung dieser Vorträge in Buchform erreicht. An Hand des Buches wird sich auch der Fernerstehende über die wichtigsten Fragen dieses Fachgebietes schnell und zuverlässig unterrichten können. Eine kurze Übersicht über das wichtigste einschlägige Schrifttum am Schlusse jedes Abschnittes dient als Wegweiser zu eingehenderen Studien. G. Eger.

Die Dampfturbinenregelung. Ausmittlung, Ausführung, Betrieb. Von Obering. P. Danninger. Mit 171 Abb. u. 242 S. in gr. 8⁰. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1934. Preis geb. 15 RM.

In der heutigen Zeit, wo u. a. durch die Verkuppelung der Netze erhöhte Anforderungen an die Genauigkeit der Steuerung der Dampfturbinen gestellt werden, ist es sehr zu begrüßen, daß der Verfasser, der auf Grund seiner reichen Erfahrungen dazu wohl bevorzugt berufen ist, ein Buch herausgegeben hat über die Dampfturbinenregelung, ihre Ausmittlung, Ausführung und den Betrieb. Nach dem Vorwort des Verfassers soll das Buch dem Dampfturbinenbauer und dem Studierenden als Hilfsmittel dienen und auch dem Betriebsingenieur für die Überwachung und Wartung der Steuerung die nötigen Hinweise geben. Es werden zunächst die allgemeinen Grundlagen an Hand der Einteilung der Turbinen besprochen. Daran schließt sich eine Behandlung der Regelungsverfahren, wie Drossel- und Füllungsregulierung an. Einen breiten Raum nimmt der Abschnitt über die Gestängeausmittlung ein. Wertvoll ist eine kurze Behandlung der Ventilkonenrechnung. In einem Abschnitt werden die Steuerungs-Einzelteile einschließlich der erforderlichen Nebeneinrichtungen, wie Hub- und Rückführnocken, Steuerschieber, Hilfsmotoren, Schnellschlußregler, Getriebe, Ölpumpen, Drehzahlregler und -verstellung, Druckregler und Ölleitungen behandelt. Die letzten Abschnitte bringen dann ausführliche Beschreibungen ausgeführter Steuerungen der verschiedensten Fabrikate und Konstruktionen sowie Angaben über den Betrieb hinsichtlich der Regelungskennlinie, Regelgeschwindigkeit, der Einstellung der Steuerung und des Pendelns.

In dem Buche sind, wie das bei dem Arbeitsgebiet des Verfassers nicht anders zu erwarten war, die Konstruktionen der Zoelly-Turbinen gegenüber denen anderer Bauarten etwas bevorzugt behandelt wurden. Die Darstellung des Buches ist kurz und knapp gehalten, so daß das für den Konstrukteur und Studierenden wirklich Brauchbare und Notwendige auf verhältnismäßig engem Raum und doch ausführlich behandelt werden konnte. Das Buch wird daher den vom Verfasser angestrebten Zweck vollauf erfüllen und eine wertvolle Hilfe für die einschlägigen Fachkreise sein. F. Ohlmüller.

Praktisches Handbuch der gesamten Schweißtechnik. Bd. 2: Elektrische Schweißtechnik. Von Prof. Dr.-Ing. P. Schimpke u. Obering. H. A. Horn. 2., neubearb. u. verm. Aufl. Mit 375 Textabb. u. 27 Tab., VII u. 274 S. in gr. 8⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1935. Preis geb. 15 RM.

Bei der außerordentlichen Weiterentwicklung der elektrischen Schweißverfahren war eine Neuauflage dringend. Bei dieser hätte manches Veraltete, z. B. das Zenerersowie das Lagrange- und Hohoverfahren, fehlen oder durch Neueres ersetzt werden müssen, z. B. die Abbildungen der Elektrodenhalter und des Öltransformators. Manches Wichtige fehlt, z. B. die Schweißzeichen, Hinweise auf Vorschriften, vor allem die Kompensierung der Schweißtransformatoren durch Kondensatoren, die es erst möglich machte, die elektrische Bogenschweißung auch in Kleinbetrieben einzuführen.

Im übrigen ist der Inhalt und die Ausstattung gediegen, so daß das Buch jedem, der etwas von den elektrischen Schweißverfahren wissen will, als eines der besten empfohlen werden kann. J. C. Fritz.

Lohse, Tafeln für numerisches Rechnen mit Maschinen. Von P. V. Neugebauer. 2. Aufl. Mit 113 S. in gr. 8⁰. Verlag Wilhelm Engelmann, Leipzig 1935. Preis geb. 6 RM.

Die 1909 zuerst erschienenen Tafeln von Lohse hat sein damaliger Mitarbeiter in etwas veränderter Gestalt neu herausgegeben, gleichzeitig erscheint eine englische Ausgabe. Die Tafeln sollen hauptsächlich das Rechnen mit Maschinen erleichtern. Daher enthalten sie vor allem einmal ausführliche Tafeln der Reziproken, um das Dividieren zu vereinfachen. Die folgenden trigonometrischen Tafeln enthalten alle sechs Funktionen, nicht die Logarithmen, wobei die Grade in 100 Teile geteilt sind. Daher am Schluß Verwandlungstafeln von Bogenminuten und Sekunden in Teile eines Grades. Vorher die Verwandlung der Zeit in Grad. Außerdem enthält das verdienstvolle Werk noch Tafeln zur Berechnung von Quadratwurzeln. Die Genauigkeit ist überall die fünfstelliger Logarithmentafeln. G. Hamel.

Eingegangene Doktordissertationen.

Richard Schroeder, Über einige Neukonstruktionen von Hochspannungs-Voltmetern. T. H. Aachen 1933.

Emil Blaich, Über selbsterregte, fremdgesteuerte Wechselrichter in Gegentaktschaltung. T. H. München 1933.

Jürgen Großkopf, Über die Bestimmung der übertragbaren Leistung und nichtlinearen Verzerrungen bei Röhren und Transformatoren. T. H. Berlin 1935.

Walter Kiefer, Die Verbindung dünner hochschmelzender Drähte gleicher oder verschiedener Metalle durch Punktschweißung. T. H. Berlin 1935.

Johannes Krudewig, Über Dämpfung und Anfachung mechanischer Schwingsysteme. T. H. Berlin 1935.

Helmut Mann, Beitrag zur Frage des Einflusses der Art der Wärmebehandlung aushärtbarer Aluminium-Walzlegierungen auf die Korrosionsbeständigkeit gegen Seewasser. T. H. Berlin 1933. [Erschien als 316. Bericht der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt E. V. in „Korrosion u. Metallschutz" 9 (1933) H. 6 u. 7.]

Theodor Roßmann, Kleinzeitmessungen großer Genauigkeit an schnell bewegten Körpern, insbesondere an Geschossen. T. H. Berlin 1934.

Werner Scholz, Die rundfunkmäßige Verbreitung von Tonbildsendungen auf ultrakurzen Wellen in Deutschland. T. H. Berlin 1935. [Erschien in Elektr. Nachr.-Techn. 12 (1935) S. 3.]

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Wissenschaftliche Leitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 42. Wer liefert das Entfettungsmittel „Try" für Eisen?

Berichtigung.

Im Aufsatz „Isolierölpflege im Großkraftwerk", H. 31 der ETZ 1935, ist auf S. 859, rechts, Zeile 23 v. u. an Stelle des Wortes „Ölpumpe" das Wort „Ölproben" zu setzen.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 9. August 1935.

Für den Textteil verantwortlich in Vertretung Walther Windel in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
56. Jahrgang Berlin, 22. August 1935 Heft 34

Über Transformatoren mit annähernd sinusförmigem Magnetisierungsstrom.

Von R. Buch und E. Hueter, Darmstadt.

621. 314. 21. 018. 3

Übersicht. Transformatoren mit Eisenkern nehmen einen stark verzerrten Magnetisierungsstrom auf, dessen Oberwellen unter Umständen erhebliche Oberwellen in der Netzspannung zur Folge haben können. Diese Erscheinung kann störend werden, kann außerdem merkbare zusätzliche Verluste in Maschinen, Leitungen usw. hervorrufen. Der Aufsatz zeigt, wie es möglich ist, Drehstromtransformatoren ohne Verminderung der Eisensättigung zur Aufnahme eines sehr angenähert sinusförmigen Magnetisierungsstromes zu veranlassen.

Es ist seit langem bekannt, daß Transformatoren mit eisengeschlossenem Kraftflußpfad — also wohl alle Transformatoren der Starkstromtechnik — einen sehr stark verzerrten Magnetisierungsstrom aufnehmen, wenn sie, was die Regel ist oder wenigstens sein sollte, mit sinusförmiger Klemmenspannung betrieben werden. Ursache für diese Erscheinung ist die gekrümmte Magnetisierungskennlinie des Eisens, die besagt, daß die Induktion und der Fluß im Eisenkern der wirksamen AW.-Zahl nicht proportional ist, sondern daß, kurz ausgedrückt, kleinen AW.-Zahlen verhältnismäßig große, größeren AW.-Zahlen verhältnismäßig kleine Induktionen und Flüsse entsprechen, so daß zur Hervorrufung eines sinusförmigen Flusses bei dessen kleinen Augenblickswerten unverhältnismäßig kleine, seinen großen Augenblickswerten unverhältnismäßig große Ströme nötig sind. Der Strom ist bei sinusförmiger EMK und sinusförmigem Flusse stark zugespitzt, er kann dargestellt werden durch eine Fouriersche Reihe, die alle ungeradzahligen Oberwellen mit schnell sinkendem Betrage enthält.

Nun wird aber praktisch der Transformator niemals von einer „starren" sinusförmigen Spannung gespeist, sondern ist mit seiner Maschine, deren EMK heute wohl immer als praktisch sinusförmig, unabhängig von der Belastung, angesehen werden kann, verbunden über Wirk- und Blindwiderstände, nämlich die Streureaktanz der Maschine selbst und die etwa vorgeschalteter Transformatoren und über die Wirk- und Blindwiderstände der speisenden Leitungen oder Kabel. Durchfließt der verzerrte Strom diese Widerstände, so erzeugt er entsprechende Spannungsabfälle, die überdies noch, was die Induktivitäten angeht, der Ordnungszahl der Oberwelle proportional sind, so daß bei sinusförmiger EMK die Spannung am Ende der Leitung diese Eigenschaft verloren haben muß. Die Verzerrung wird offenbar um so größer, je größer die Magnetisierungsströme und ihre Oberwellen sind.

Praktisch von größter Bedeutung ist der Einfluß der Kapazität der Leitungen und Kabel. Sie ist dem induktiven Scheinwiderstand der übrigen Teile des Netzes im wesentlichen parallelgeschaltet, so daß ein Stromresonanzkreis entsteht, der immer für irgendeine Frequenz einen Sperrkreis darstellt. Ist zufällig die Eigenfrequenz dieses Kreises etwa das 5fache der Grundfrequenz, so wird das Fließen dieser Komponente im Magnetisierungsstrom nur insoweit möglich, als die Verluste einen Weg bieten. Starke Verzerrung ist dann zu erwarten und tritt auch tatsächlich auf. Die Verzerrung wird noch größer im „Resonanzfalle", wenn nämlich das Netz den Transformator in ganz bestimmter Weise kapazitiv belastet. Praktisch liegt dieser Zustand vor, wenn die Eigenfrequenz des Netzes ganz wenig unter dem 5-, 7- usw. fachen der Grundfrequenz liegt[1]).

Es läßt sich leicht nachweisen, daß die Eigenfrequenz praktischer Netze, von seltenen Ausnahmen abgesehen, immer in der Größenordnung des 2- bis 13fachen der Betriebsfrequenz liegen muß. Da sie je nach dem Betriebszustande ständigen Änderungen unterworfen ist, muß demnach mit gelegentlicher Resonanz und damit mehr oder minder häufigem Eintreten des Störzustandes starker Oberwellen gerechnet werden.

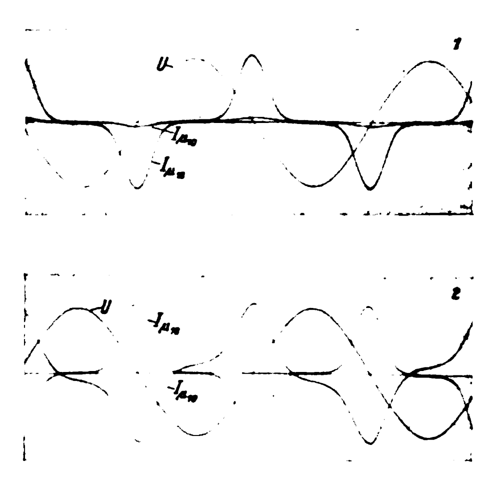


Abb. 1. Magnetisierungsströme eines Einphasentransformators bei 10 000 und 16 000 Gauß. Oszillogramm *1* mit gleicher Schleifenempfindlichkeit, Oszillogramm *2* mit gleichen Amplituden geschrieben.

Aus allen diesen Gründen wäre es praktisch wünschenswert, daß es mit einfachen Mitteln möglich wäre, den Transformator zur Aufnahme eines mehr oder minder angenähert sinusförmigen Magnetisierungsstromes zu zwingen. Viele Werke schreiben eine obere Grenze der Sättigung des Transformators vor, um die Verzerrungen klein zu halten. Dieser Weg führt nur in beschränktem Umfange zum Ziele. Oszillogramm *1* der Abb. 1 zeigt in gleichem Maßstab die Magnetisierungsströme eines Transformators bei 16 000 und 10 000 Gauß, also den Werten der Sättigung, die wohl etwa die obere und untere praktisch in Frage kommende Grenze darstellen dürften. Wohl ist der Magnetisierungsstrom bei 10 000 Gauß sehr viel kleiner als bei 16 000; von einer wirklichen Annäherung an die Sinusform kann aber bei 10 000 Gauß, wie das Oszillogramm *2* der Abb. 1 zeigt, das die beiden Magnetisierungsströme mit gleicher Amplitude geschrieben darstellt, nicht die Rede sein.

Herabsetzung der Sättigung in dem wirtschaftlich einigermaßen in Frage kommenden Bereiche führt also nicht dazu, daß man in einem „praktisch geradlinigen Teil der Magnetisierungskurve" arbeitet, sondern nützt hauptsächlich insofern, als der Magnetisierungsstrom klein und

[1]) ETZ 54 (1933) S. 747.

mit ihm die Oberwellenströme klein werden, mit anderen Worten, die Leistung des störenden Oberwellenerzeugers wird kleiner, ein Vorteil, der durch wirtschaftlich schlechte Eisenausnutzung erkauft wird. Zum gleichen Ziel wie Herabsetzung der Eisensättigung führt auch Herabsetzung des Eisengewichtes des Transformators bei unverminderter Sättigung, was den Vorteil verminderter Eisenverluste mit sich bringt. Wenn man also schon etwas über die magnetischen Verhältnisse vorschreiben will, so sollte man dem Hersteller nicht die Sättigung des Eisens, sondern die zulässige Größe des Magnetisierungsstromes bzw. der Oberwellen im Magnetisierungsstrom vorschreiben; dadurch gibt man ihm die Möglichkeit, den Transformator mit so geringem Materialaufwand zu bauen, wie es bei den gestellten Forderungen möglich ist, und zwingt ihn nicht zu unnötig unwirtschaftlichen Bauarten. Der neuzeitliche Transformator weist auf der einen Seite verhältnismäßig kleine Magnetisierungsströme auf, da der niedrige Kupferpreis eisenarme Transformatoren billig herzustellen erlaubt. Auch die Schachtelung des Kernes, die sich im Gegensatz zu der früher vielfach üblichen stumpf gestoßenen Anordnung allgemein durchgesetzt hat, hat zu einer Erniedrigung des Leerlaufstromes geführt. Hinsichtlich der Oberwellen bringt das allerdings keinen Nutzen, da der Magnetisierungsstrom für den Luftspalt rein sinusförmig ist. Auf der anderen Seite erlauben die heutigen verlustarmen Bleche hohe Sättigungen[2]), was auf große Magnetisierungsströme führt.

In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle handelt es sich nun um Dreiphasennetze und -transformatoren. Das hat zur Folge, daß, solange Symmetrie besteht, die Oberwellen, deren Ordnungszahl durch Drei teilbar ist, im Netz nicht fließen können (wenn nicht etwa, was wenigstens bei uns in Deutschland nicht in Frage kommt, ein Nullleiter vorhanden ist). Nun ist zwar der übliche Transformator in seinem magnetischen Aufbau nicht ganz symmetrisch, aber durch die Vielzahl der Transformatoren im Netz wird in der Regel die Symmetrie mit genügender Annäherung wiederhergestellt[3]). So wird glücklicherweise die größte Harmonische, die dritte, in der Regel ganz von selbst nicht oder nur mit Restbeträgen, die von der Unsymmetrie herrühren, in Erscheinung treten.

Störend bleibt in erster Linie die nächstgrößte Oberwelle, die fünfte; die Harmonischen höherer Ordnungszahl sind im Magnetisierungsstrom nur noch mit kleinen Beträgen enthalten und stören daher nur sehr selten. Im folgenden können wir uns deswegen hauptsächlich auf die Betrachtung der fünffachen Frequenz und die Maßnahmen zu ihrer Beseitigung beschränken.

Zunächst könnte man daran denken, die Ströme höherer Frequenz durch Resonanzkreise liefern zu lassen und u. U. das Netz gegen sie durch weitere Resonanzkreise zu verriegeln. Das ist grundsätzlich möglich, jedoch entstehen praktisch verschiedene technische Schwierigkeiten, und vor allem lassen wirtschaftliche Gründe derartige Lösungen meist nicht zu.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, daß man Transformatoren mit entgegengesetzter Oberwellenaufnahme parallelschaltet. Betrachtet man nämlich die verschiedenen Schaltgruppen, so findet man, daß sie sich hinsichtlich der Kurvenform des Magnetisierungsstromes verschieden verhalten. Ein Teil nimmt eine positive, ein Teil eine negative 5. Oberwelle auf. Schaltet man also zwei Transformatoren mit entgegengesetzt gleich großer Oberwelle im Magnetisierungsstrom parallel, so wird gegenseitige Kompensation eintreten. Der Versuch bestätigt das, und, wie eine genauere Betrachtung zeigt, wird dabei nicht nur die 5., sondern in den meisten Fällen auch die 7. Harmonische zum Verschwinden gebracht, so daß der resultierende Magnetisierungsstrom sehr gut angenäherte Sinusform aufweist[4]). Weiter sei auf diese Möglichkeit nicht eingegangen; die praktischen Bedingungen werden eine derartige Betriebsführung in der großen Mehrzahl der Fälle nicht zulassen. Man müßte sich dazu entschließen, jeden Transformator in eine Gruppe aus zwei Umspannern halber Leistung aufzuteilen, was aus wirtschaftlichen Gründen, mit Rücksicht auf den Platzbedarf usw., kaum durchführbar sein wird. Dagegen haben sich entsprechende Maßnahmen zur Unterdrückung des Oberwellenbedarfs von Gleichrichteranlagen und dergl. öfter gut bewährt.

Am besten ist es selbstverständlich, wenn es gelingt, wenigstens die 5. Harmonische im Magnetisierungsstrom fortzuschaffen, ohne daß derartige Einschränkungen wie vorher gemacht werden müssen. Das ist auf folgendem Wege möglich.

Betrachtet sei, um übersichtliche Verhältnisse zu bekommen, ein symmetrischer Drehstromtransformator in Stern-Stern-Schaltung **mit** magnetischem Rückschluß, also etwa ein aus drei Einphasentransformatoren zusammengeschalteter Drehstromsatz. Er werde gespeist mit einer starren sinusförmigen Spannung, und das Fließen der 3. Harmonischen im Magnetisierungsstrom werde durch eine tertiäre Dreieckwicklung ermöglicht. Streuung und ohmsche Widerstände seien vernachlässigt. Dann sind die drei Flüsse und die drei von ihnen induzierten Phasenspannungen sinusförmig (Osz. *5*, Abb. 2), und die magnetisierenden Amperewindungen müssen die Gestalt des Oszillogramms *1* der Abb. 1 aufweisen. Der entsprechende Magnetisierungsstrom spaltet sich in zwei Komponenten: die 3., 9. .... Harmonische fließt in der Dreieckwicklung, die Maschine liefert nur die Grundwelle und die 5., 7. .... Oberwelle (Osz. *2*, Abb. 2). Die Phasenlage der Oberwellen bestimmt sich dadurch, daß jede in **dem** Augenblicke positiven Scheitelwert aufweist, in dem auch die Grundwelle den positiven Scheitelwert durchläuft.

Öffnet man jetzt die Dreieckwicklung, so ändern sich die Verhältnisse grundlegend. Das Fließen der 3. Harmonischen des Magnetisierungsstromes wird unmöglich gemacht; infolgedessen weist der Fluß eine kräftige 3. Harmonische auf und nimmt eine stark gequetschte Gestalt an, entsprechend wird die Phasenspannung verzerrt (Osz. *4*, Abb. 2), und zwar wird sie zugespitzt, aber gleichzeitig ändern sich **alle** Bestandteile des Magnetisierungsstromes. Das Eisen hat ja eine gekrümmte Kennlinie, wir befinden uns im Gebiete gestörter Superposition, und **jede** Welle beeinflußt **jede** andere.

Wie das Oszillogramm *1* in Abb. 2 zeigt, wird zunächst die Grundwelle beträchtlich kleiner als vorher. Der Grund hierfür ist, daß die höchste Sättigung infolge der Quetschung der Flußkurve stark zurückgegangen ist. Ferner aber hat die 5. Oberwelle ihre Phasenlage um 180° geändert. Sie hat negativen Scheitelwert in dem Augenblick, in dem die Grundwelle den positiven Scheitelwert durchläuft. Die genaue Erklärung dieser Erscheinung würde zu weit führen[5]). Es sei deshalb nur die folgende Andeutung gegeben: Einerseits ist bei der starken Quetschung der Flußkurve die hohe Spitze des Magnetisierungsstromes nicht mehr erforderlich; auf der anderen Seite muß aber der Magnetisierungsstrom bei kleinen Augenblickswerten des Flusses sehr klein gehalten werden. Da die 3. Harmonische, die in der Gegend des Nulldurchganges entgegengesetztes Vorzeichen wie die Grundwelle hatte (Abb. 3 b), fortgefallen ist, sorgt jetzt die 5. Harmonische für Kleinhaltung des Stromes in diesem Gebiete durch Subtraktion (Abb. 3 a) von der Grundwelle.

Wenn aber bei sinusförmigem Flusse (geschlossene Dreieckwicklung) eine positive, bei voll ausgebildeter 3. Harmonischer im Flusse (Dreieckwicklung fehlt) eine negative 5. Oberwelle im Magnetisierungsstrom auftritt, so muß es einen Wert der Flußverzerrung geben, bei dem die 5. Harmonische im Magnetisierungsstrom durch Null geht. Schreibt man dem Transformator einen entsprechenden Betrag dreifacher Frequenz im Flusse vor, so muß sich also der Magnetisierungsstrom stark der Sinusform nähern. Die Beeinflussung der 3. Harmonischen im Fluß ist möglich, wenn man die Dreieckwicklung nicht unmittelbar in sich schließt, sondern ihr eine passende

[2]) Biermanns, Elektrotechn. u. Maschinenb. 51 (1933) S. 176.

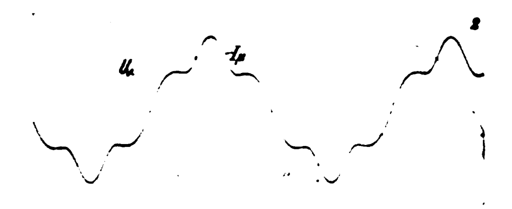
[3]) Tritt die Symmetrierung nicht freiwillig ein — etwa dadurch, daß die Mehrzahl der Transformatoren im Netz gleichmäßig (gleiche Schenkel immer an derselben Phase) angeschlossen ist — so sollte man sie durch entsprechende Vertauschung der Anschlüsse erzwingen.

[4]) Diese Erscheinung kann verschiedene Gründe haben. So ergibt, wie unten gezeigt wird, das Vorhandensein oder Fehlen der dritten Oberwelle im Flusse 5. Harmonische im Magnetisierungsstrom entgegengesetzten Vorzeichens bei ungefähr gleichem Betrag. Außerdem haben Phasenversetzungen, wie sie durch die verschiedenen Schaltungen (z. B. Zickzackschaltungen) hervorgerufen werden, die Folge, daß die Oberwellen eine andere Lage zur Grundwelle bekommen. Die normale Zickzackschaltung z. B. versetzt die fünfte und siebente Oberwelle des Magnetisierungsstromes bezogen auf die Lage der Grundwelle um 180°, so daß zwei gleiche Transformatoren, von denen der eine in Stern/Stern, der andere in Zickzack/Zickzack geschaltet ist, bei Parallelbetrieb keine 5. und 7. Harmonische im gemeinsamen Magnetisierungsstrom mehr aufweisen. Näheres hierzu siehe bei Buch, Oberwellen in hochgesättigten Transformatoren usw., Dissertation Darmstadt 1933, ferner bei Lennox, J. Amer. Inst. electr. Engr. 45 (1926) S. 755.

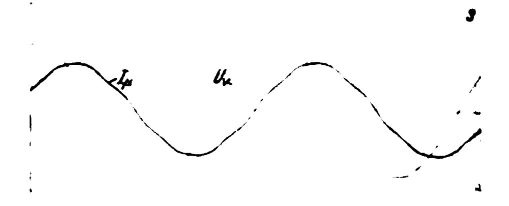
[5]) Siehe Dissertation Buch, Darmstadt 1933.



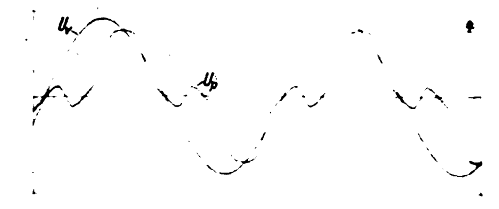
1 Magnetisierungsstrom eines Transformators mit magnetischem Rückschluß bei Stern-Stern-Schaltung



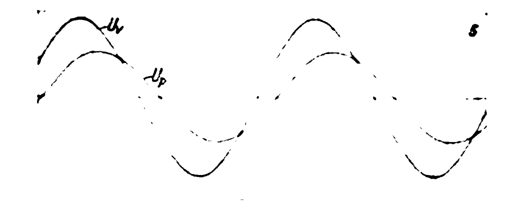
2 Magnetisierungsstrom desselben Transformators bei Vorhandensein einer tertiären Dreieckwicklung



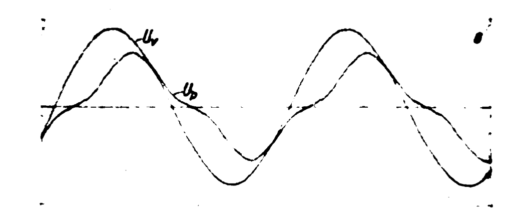
3 fast sinusförmiger Magnetisierungsstrom, erzwungen durch Dreieckwicklung passender Reaktanz



4 verkettete und Phasenspannung zu Oszillogramm *1*



5 verkettete und Phasenspannung zu Oszillogramm *2*



6 verkettete und Phasenspannung zu Oszillogramm *3*

Harmonische Analyse der Ströme
(Sämtliche Werte in Hundertteilen der Grundwelle des Oszillogramms *2*)

Oszillogramm	Grundwelle	5. Harmonische	7. Harmonische
1	61	18	3,5
2	100	18	2,5
3	75	1,5	2,0

Abb. 2. Oszillogramme.

Impedanz gibt, und zwar muß diese, wie eine Phasenlagenbetrachtung zeigt, möglichst rein induktiv sein. Schaltet man dementsprechend eine passend bemessene Drosselspule in den Kreis der Dreieckwicklung oder gibt dieser passende (sehr große) Streuung, so ergibt sich ein Magnetisierungsstrom, wie ihn das Oszillogramm *3*, Abb. 2 zeigt; verglichen mit den Magnetisierungsströmen normaler Transformatorschaltungen (Osz. *1* und *2*) ist die weitgehende Annäherung an die Sinusform (bei einer Sättigung von 16 000 Gauß) deutlich zu erkennen. Die Höhe der zugehörigen 3. Oberwelle in der Phasenspannung zeigt Osz. *6*, Abb. 2. Erwähnt sei, daß die Oszillogramme an sehr kleinen Transformatoren aufgenommen wurden, bei denen die Kupferverluste noch eine merkliche Rolle spielen. Trotzdem ist als Endergebnis ein Magnetisierungsstrom festzustellen, der, was den (nicht allzu wichtigen) Effektivwert angeht, dem Magnetisierungsstrom des Stern-Stern-Transformators näher steht als dem des Transformators mit Dreieckwicklung (Verhältnis 0,62 : **0,74** : 1,00), und der außerdem fast frei von Oberwellen ist. Die beim bisherigen Transformator überragende 5. Harmonische ist auf weniger als ein Zehntel abgesunken, die resultierende Kurvenform des Leerlaufstromes hält trotz der hohen Sättigung gerade ungefähr die in den R.E.M. für die Spannungskurve von Maschinen als „praktisch sinusförmig" festgelegte Grenze (max. 5 % Abweichung) ein. Bei größeren Ausführungen dürfte mit noch besseren Ergebnissen zu rechnen sein.

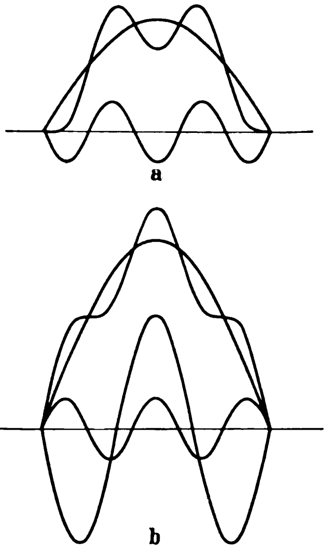


Abb. 3. Magnetisierungsstrom, a) bei fehlender, b) bei vorhandener Dreieckwicklung, zerlegt.

Der richtige Betrag der 3. Oberwelle im Flusse läßt sich noch auf anderem Wege erzielen als durch eine Dreieckwicklung mit Drosselspule, nämlich dadurch, daß man nicht einen Transformator mit freiem magnetischen Rückschluß verwendet, sondern dem magnetischen Rückschluß durch einen Luftspalt passende magnetische Leitfähigkeit gibt. Das Ergebnis unterscheidet sich in nichts von dem obigen. Grundsätzlich könnte man z. B. auch durch einen Nulleiter den Transformatorsternpunkt mit dem einer Maschine verbinden, deren Phasenspannung die entsprechende Kurvenform aufweist oder, wenn die Maschine sinusförmige Phasenspannung hat, in diesen Nullleiter eine passende Induktivität schalten. Doch werden diese letztgenannten Maßnahmen praktisch weniger in Frage kommen.

Die Behandlung weiterer Fragen, wie der Nullpunktbelastbarkeit derartiger Bauarten, des Ausgleiches der Unsymmetrie des üblichen Kernaufbaues usw. sei späteren Veröffentlichungen vorbehalten. Der vorliegende Aufsatz bleibe auf das Grundsätzliche beschränkt.

Für die Praxis sind natürlich die Kosten derartiger Transformatoren wichtig. Hierzu kann folgendes gesagt werden: ein zusätzlicher Rückschlußschenkel mit Luftspalt, der nur für einen Bruchteil des Grundwellenflusses (Größenordnung 5 %) bemessen zu sein braucht, dürfte nicht allzu teuer werden. Bei Transformatoren mit freiem magnetischen Rückschluß ergibt sich für die Drosselspule eine Scheinleistung von etwa 0,5 % der Nennleistung des Transformators, also ein sehr kleiner Betrag. Wichtig ist, daß Kurvenformfragen die Baustoffausnützung des Transformators nicht mehr zu beschränken brauchen, so daß neben die Verteuerung auf der einen eine Verbilligung des Transformators auf der anderen Seite tritt. Welche Wirkung überwiegt, muß die Erfahrung zeigen; jedenfalls aber kann gesagt werden, daß die Verteuerung sich auf alle Fälle in engen Grenzen bewegen wird.



Zusammenfassung.

Der Transformator nimmt wegen der Krümmung der Magnetisierungskennlinie des Eisens stark verzerrte Leerlaufströme auf. Diese Erscheinung kann u. U. nicht unerhebliche Störungen im Hochspannungsnetz nach sich ziehen. Eine genauere Betrachtung zeigt dann, daß es möglich ist, einen fast sinusförmigen Magnetisierungsstrom zu erreichen, wenn man dem Fluß des Transformators eine Oberwelle dreifacher Frequenz und passender Größe und Phase vorschreibt. Dies ist möglich durch einen Rückschlußschenkel passender magnetischer Leitfähigkeit oder durch eine Dreieckwicklung mit entsprechender Reaktanz bei Kernen mit freiem magnetischen Rückschluß.

Die Verwendungsmöglichkeit von gittergesteuerten Gleichrichtern und Elektronenröhren in der Papierindustrie.

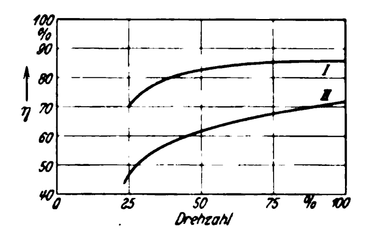
Von Dipl.-Ing. **Rudolf Mehlo**, Pettighofen (Oberösterreich).

621. 314. 652. 07 + 621. 314. 671. 07 : 676

Übersicht. Die heute der Papierindustrie zur Verfügung stehenden Regelantriebe werden besprochen und die Vorteile gezeigt, welche sich bei der Verwendung von gittergesteuerten Gleichrichtern ergeben. Ferner wird auf die Bedeutung der Röhrentechnik für die selbsttätige Überwachung verschiedener Arbeitsvorgänge, z. B. bei der Papiermaschine und beim Querschneider, hingewiesen.

Bedeutung der Gleichrichtertechnik für die Regelantriebe in der Papierindustrie.

Die Entwicklung der Elektrotechnik in den letzten vier Jahrzehnten war vor allem eine Entwicklung des Drehstroms, welcher sich für die Energieübertragung und Verteilung gut bewährt hat und auch der Industrie, soweit es sich um Antriebe mit steter Drehzahl handelte, entsprochen hat. Für Antriebe, deren Drehzahl eine Regelung erfordert, sind bekanntlich Drehstrom-Kommutatormotoren mit verlustloser Drehzahlregelung und Reihen- oder auch Nebenschluß-Kennlinie entwickelt worden, deren Aufbau aber wesentlich verwickelter ist und die daher teurer sind. Bis in die letzten Jahre hinein war der einwandfrei erreichbare Regelbereich dieser Motoren, insbesondere bei größeren Einheiten, etwa 1 : 3. Regelbereiche von 1 : 15 und noch mehr, wie sie bei Papiermaschinenantrieben hie und da vorkommen, können mit Kommutatormotoren ohne Umschaltgetriebe erst in neuester Zeit erreicht werden, allerdings mit einer Verteuerung der Motoren, die mit der notwendigen Modellvergrößerung zusammenhängt. Für solche Antriebe ist es daher auch heute noch nicht gelungen, die Leonard- oder Zu- und Gegenschaltungsantriebe zu verdrängen, deren Gesamtwirkungsgrad bei Normallast höchstens etwa bei 70 %, bei den geregelten Drehzahlen jedoch erheblich schlechter liegt. Die Entwicklung der Papierfabriken ist nun meistens derart, daß ihre Ausnutzungsmöglichkeit entweder durch die Leistungssteigerung einer vorhandenen oder durch die Aufstellung einer neuen Papiermaschine erhöht wird. In den meisten Fällen wird zwar von Haus aus mit Rücksicht auf eine zukünftige Entwicklung der Drehstromteil der Energieversorgungsanlage entsprechend bemessen, während man sich kaum entschließen kann, auch eine entsprechende Reserve für die Gleichstromseite vorzusehen. Es ergibt sich daher in der Mehrzahl der Fälle eine Verknappung der vorhandenen Gleichstromerzeuger, was bei Ausbau der Betriebsanlage die Aufstellung teurer und nebenbei im Wirkungsgrad schlechter mechanischer Umformer zur Folge hat. Da auch bei dem bisherigen Stand der Elektrotechnik keine andere Möglichkeit der Gleichstrombeschaffung vorhanden war, mußte man sich notgedrungen mit den bestehenden Mängeln zufrieden geben, insbesondere wenn eine zentrale Krafterzeugungsanlage vorhanden war, die den Fabrikationsdampf in einer Gegendruck- oder Anzapfturbine ausnutzte. Trifft diese Voraussetzung nicht zu, dann bietet oft, insbesondere bei kleineren Anlagen, der dezentralisierte Antrieb der Papiermaschinen durch Kapseldampfmaschinen Vorteile, deren Drehzahl heute mit Hilfe von Flüssigkeitsgetrieben einwandfrei in den Grenzen von 1 : 12 ohne Umschaltung geregelt werden kann und deren Bedienung die gleiche Bequemlichkeit bietet (z. B. beliebige Drehzahleinstellung durch Druckknopfsteuerung von der Führerseite der Papiermaschine aus) wie der elektrische Antrieb. Es ist zweifelsohne klar, daß die zentrale Krafterzeugung im Gegendruckbetrieb und elektrischer Antrieb der Papiermaschine rein energetisch gesehen im Vorteil ist gegenüber dem dezentralisierten Antrieb mit Hilfe von Dampfmaschinen mit verstellbarer Drehzahl. Immerhin darf nicht übersehen werden, daß insbesondere bei den heutigen hohen Zinsensätzen der höhere Kapitaldienst für eine Zentralanlage und elektrischen Antrieb den Nutzen der besseren Energieausnutzung ganz erheblich übersteigen kann.



I Regelantrieb mit gittergesteuertem Quecksilberdampf-Gleichrichter mit Transformator (gleichstromseitig 470 V)
II Regelantrieb mit Zweimaschinen-Umformer

Abb. 1. Gesamtwirkungsgrade von Regelantrieben in Abhängigkeit von der Drehzahl des Antriebsmotors.

Abb. 1 zeigt etwa die Gesamtwirkungsgrade eines Zweimaschinen-Umformers einschließlich Antriebsmotor der Papiermaschine bzw. eines gittergesteuerten Gleichrichters einschließlich Antriebsmotor in Abhängigkeit von der Drehzahl des Antriebsmotors. Der Gleichrichter mit seinen wesentlich besseren Wirkungsgraden (der Wirkungsgrad bleibt etwa zwischen ¼ und Vollast praktisch gleich groß) konnte sich bisher für die Umformung von Drehstrom in Gleichstrom insbesondere für die Antriebe der Papiermaschinen nicht einführen, da er für Spannungs- und Frequenzschwankungen im Drehstromnetz empfindlich ist, ferner ist auch bei Belastungsänderungen zwischen Leerlauf und Vollast gleichstromseitig mit einem Spannungsabfall von 8 bis 10 % zu rechnen. Das Ausgleichen dieser Störungseinflüsse war bisher nicht in so vollkommenem Maße wie bei den Maschinenumformern möglich. Durch die Einführung der Gittersteuerung scheinen aber diese Schwierigkeiten behoben zu sein, wenn auch noch weitere zu überwinden bleiben, denn die heute bekanntgegebene Lebensdauer von 12 000 Betriebsstunden für Glasgleichrichter reicht nicht aus, anderseits ist der Aufbau der Eisengleichrichter mit getrennter Vakuumpumpe wesentlich verwickelter. Auch die schweren Antriebsbedingungen (z. B. beim Kalanderantrieb) sowie die hohen Anforderungen an die genaue Einhaltung der eingestellten Drehzahl (z. B. bei der Papiermaschine) werden die Gleichrichtertechnik vor neue Aufgaben stellen. Es bestehen aber keine Zweifel, daß es mit Hilfe der neuen Gleichrichtertechnik möglich sein wird, der Papierindustrie im Wirkungsgrad bessere und in der Anschaffung billigere Regelantriebe zur Verfügung zu stellen.

Allgemeine Anwendungsmöglichkeiten der Röhrentechnik in der Papierindustrie.

Feinspannungs- bzw. Feindrehzahlregler mit Elektronenröhren.

Mit Hilfe der bekannten Verstärkerröhren aus der Rundfunktechnik ist es derzeit bereits möglich, eine einmal eingestellte Drehzahl, unabhängig von Frequenz-, Spannungs- und Lastschwankungen bis auf 1‰ des Sollwertes einzuhalten. Das Wesentliche der Regelanordnung liegt darin, daß die zu regelnde Größe mit einer anderen, z. B. der Spannung einer Hilfsbatterie, verglichen wird.

Hierbei ist es notwendig, die Abweichungen der zu regelnden Größe um ein vielfaches zu verstärken, was mit Hilfe eines Röhrenverstärkers erfolgen kann, der mit seiner Endstufe auf die zu regelnde Maschine einwirkt. Wenn auch die bisher üblichen bekannten Eil- und Schnellregler in den weitaus meisten Fällen den in der Papierindustrie verlangten Genauigkeiten entsprechen, ist es doch interessant zu prüfen, welche neue Möglichkeiten sich durch die Verwendung von Steuerungen mit Hilfe von Elektronenröhren ergeben.

Elektronengesteuerte Mehrmotorenantriebe der Papiermaschine.

Bekanntlich werden Mehrmotorenantriebe derart gesteuert, daß die Drehzahlen der einzelnen Teilantriebswellen der Papiermaschine entweder rein mechanisch oder rein elektrisch im Gleichlauf gesichert werden. Bei der rein mechanischen Gleichlaufsicherung wird die Drehzahl der Teilantriebswellen mit Hilfe einer mechanischen Leitwelle im Gleichlauf gesichert. Drehzahlabweichungen dieser Teilantriebswellen gegenüber der Solldrehzahl der Leitwelle werden durch ein mechanisches Differentialgetriebe auf den Feldregler der Teilantriebsmotoren übertragen, mit dessen Hilfe die Drehzahl der Teilantriebswellen der Solldrehzahl der Leitwelle wieder angeglichen wird. Der gleiche Vorgang besteht bei der rein elektrischen Gleichlaufsicherung, nur tritt an Stelle der mechanischen Leitwelle ein Leitgenerator mit einer Sollfrequenz und an Stelle des mechanischen Differentials ein elektrisches Differential in Form eines Reluktanzmotors, welcher gleichfalls den Feldregler des Teilantriebsmotors verstellt, bis die Drehzahl der Teilantriebswelle mit der Solldrehzahl übereinstimmt. Der Zug wird bekanntlich in beiden Fällen derart eingestellt, daß zwischen die Teilantriebsmotoren und das Differentialgetriebe ein veränderliches Übersetzungsverhältnis in Form zweier konischer Riemenscheiben geschaltet wird, so daß die Drehzahl der Antriebsmotoren innerhalb des Regelbereiches der Konusscheiben unabhängig von der Drehzahl der anderen Teilantriebsmotoren verstellt werden kann. Eine elektrische Gleichlaufsicherung der einzelnen Teilantriebsmotoren kann auch dadurch erreicht werden, daß man die mechanische Leitwelle oder die elektrische Leitfrequenz durch eine konstante Vergleichsgröße, z. B. die Spannung einer Hilfsbatterie, ersetzt und diese konstante Spannung mit der von den Drehzahlen der Teilantriebe abgeleiteten Tachometerdynamospannung vergleicht. Die Abweichungen dieser Tachometerspannung gegenüber der konstanten Vergleichsspannung werden mit Hilfe von Röhren verstärkt und beeinflussen unmittelbar das Feld des Teilantriebsmotors. Der Zug wird normal eingestellt, indem zwischen dem Antriebsmotor und die Tachometerdynamo eine veränderliche Übersetzung, z. B. zwei konische Riemenscheiben, geschaltet wird. Es ist sogar denkbar, die Zugsteuerung mit Hilfe von Photozellen selbsttätig vorzunehmen. Die Papierbahn müßte in diesem Falle am Rande z. B. Wasserzeichen tragen und zwischen den einzelnen Teilen der Papiermaschine über Photozellen geleitet werden. Ein Durchhängen oder ein zu starkes Dehnen der Papierbahn hätte eine Änderung der Stromschwankungen der Photozellen zur Folge und würde, entsprechend verstärkt, die konischen Riemenscheiben verstellen können. Man könnte auch daran denken, mit Hilfe von Photozellen ähnlich die Sieb- und Filzregelung zu steuern.

Röhrengesteuerte Querschneider für Wasserzeichen- und bedruckte Papiere.

Bei Querschneidern für Wasserzeichenpapiere kommt es darauf an, daß das Wasserzeichen in regelmäßigen Abständen vom Bogenrand ist, bei bedruckten Papieren wiederum soll der Schnitt in stets genauem Abstand vom Aufdruck ausgeführt werden. Es sind Vorschläge bekanntgeworden, bei welchen wieder mit Hilfe von Photozellen und Verstärkerröhren entweder das Getriebe zwischen Messerwelle und Hauptwelle des umlaufenden Querschneiders gesteuert wird oder bei unmittelbarem Antrieb der Messerwellen der Erregerstrom der Antriebsmotoren beeinflußt wird.

Die vollständige Automatisierung der Maschinen schreitet zweifelsohne weiter. In den Kraftwerken ist die vollselbsttätige Regelung schon seit langem eine Selbstverständlichkeit. Auch ferngesteuerte vollselbsttätige Kraftwerke sind heute keine Seltenheit mehr. In der Industrie geht der Vorgang der Automatisierung der Arbeitsmaschinen langsamer vor sich, und es mag dahingestellt bleiben, welchen letzten Weg die Technik in der Papierindustrie nehmen wird. Jedenfalls wird die weitere Automatisierung hier nur mit Hilfe von Röhrensteuerungen lösbar sein, ähnlich wie s. Z. die gewaltigen Steigerungen der Papiermaschinenbreiten und Geschwindigkeiten nur durch die Einführung des elektrischen Mehrmotorenantriebs möglich waren.

Zusammenfassung.

Die Erfolge der Stromrichter auf anderen Gebieten lassen erwarten, daß auch für die Papierindustrie die bisher bekannten mechanischen Drehstrom-Gleichstrom-Umformer für Antriebe mit veränderlicher Drehzahl durch gittergesteuerte Gleichrichter ersetzt werden, die bei sonst gleichen Eigenschaften erheblich bessere Wirkungsgrade aufweisen und bald auch billiger sein dürften. Darüber hinaus wird auf allen Gebieten, die eine besondere Feinregelung der Drehzahl oder anderer Größen erfordern, die Röhrentechnik berufen sein, neue Wege zu weisen. Insbesondere verspricht auch die Verwendung der Photozellen mit Verstärkerröhren ein dankbares Arbeitsfeld für die Steuerung und selbsttätige Überwachungen verschiedenartiger Arbeitsvorgänge zu werden, z. B. bei der Papiermaschine und beim Querschneider.

Keramische Isolierstoffe bei hohen Temperaturen.

Von Dr.-Ing. W. Weicker, Hermsdorf i. Thür.

621. 315. 612 : 536. 4

Übersicht. Eine zur Bestimmung des Isolationswiderstandes keramischer Werkstoffe bei Temperaturen von etwa 200 bis 600 ° benutzte Versuchsanordnung wird angegeben und an einigen Beispielen der Verlauf des Durchgangswiderstandes in Abhängigkeit von der Temperatur dargestellt.

An dieser Stelle ist kürzlich[1]) eine Eigenschaftstafel keramischer Werkstoffe veröffentlicht worden, in der die wichtigsten Angaben zur Kennzeichnung der verschiedenen Gruppen dieser Werkstoffe gemacht sind. Während für die meisten dabei aufgeführten Eigenschaften die vom VDE, der DKG oder anderen Verbänden festgelegten Prüfkörper und Prüfverfahren zugrunde gelegt werden konnten, war dies bei der Bestimmung des Isolationswiderstandes nicht möglich, da hierfür noch keine einheitlichen Ausführungsvorschriften bestehen. Nachstehend möge daher als Ergänzung des vorerwähnten Aufsatzes noch kurz die Versuchseinrichtung für diese Messungen beschrieben werden, wobei die im Versuchsfeld der Hescho benutzte Anordnung, die sich von den in anderen Werken üblichen kaum wesentlich unterscheiden dürfte, zugrunde gelegt ist[2]).

Den Versuchen lagen teils plattenförmige, teils rohrförmige, meist 4 bis 5 mm dicke Probekörper zugrunde. Es ist empfehlenswert, nicht zu kleine Probekörper zu wählen, da sonst bei niedrigeren Temperaturen infolge des dann sehr hohen Isolationswiderstandes der Durchgangsstrom außerordentlich klein wird, wodurch die Meßgenauigkeit ungünstig beeinflußt wird.

Zur Messung des spezifischen Widerstandes wurde die Oberfläche der Probekörper auf beiden Seiten mit einem gut haftenden, nach dem Schoopschen Spritzverfahren auf-

[1]) ETZ 56 (1935) H. 33, S. 916.

[2]) Die Messungen wurden schon vor mehreren Jahren im Physik. Labor. der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-Gesellschaft von Herrn Ober-Ing. Handrek im Rahmen einer größeren, für den VDE angestellten Untersuchung durchgeführt.



gebrachten Kupferüberzug versehen. Um genau bestimmte, rechnungsmäßig auszuwertende Verhältnisse zu schaffen und um störende Oberflächenströme auszuschalten, die übrigens bei den keramischen Isolierstoffen bei Temperaturen über 150 ° vollkommen gegenüber den Durchgangsströmen zurücktreten, wurden auf den Probekörpern in bekannter Weise Schutzringe nach Abb. 1 vorgesehen.

Die Versuchsanordnung selbst ist in Abb. 1, und zwar für plattenförmige Probekörper, dargestellt; für rohrförmige war sie ganz entsprechend. Die Abb. 2 zeigt den äußeren Aufbau der Versuchseinrichtung. Zu den Versuchen wurde bei plattenförmigen Versuchskörpern (Abb. 2 links) das Versuchsstück *P* mit der leitenden Unterseite auf eine Messinggrundplatte *G* gelegt, von der aus das in Abb. 1 und 2 mit *A* bezeichnete Porzellanrohr zur Meßspannung führte. Die obere Elektrode besteht aus einem Mittelstück *M* und einer isoliert davon angeordneten Abschirmelektrode *S*, die beide fest zusammengebaut sind und die Verbindung mit den entsprechenden, mit Kupfer bespritzten Flächen des Prüfkörpers *P* herstellen. Das Porzellanrohr *B* führt die Anschlußleitung zur Abschirmelektrode *S*, das Messingrohr *C* diejenige zum oberen Meßbelag *M*. In diesem Messingrohr *C* ist gleichzeitig das zur Temperaturmessung dienende Eisen - Konstantan - Thermoelement *D* eingebaut, dessen beide Schenkel durch ein 2 Loch-Porzellanrohr voneinander isoliert sind.

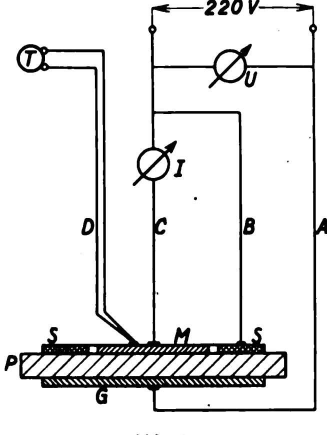


Abb. 1.

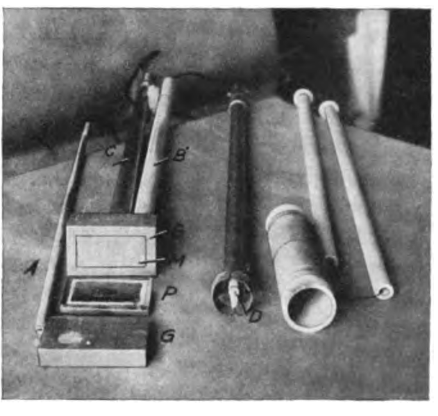


Abb. 2.

P Versuchskörper *M* u. *G* Elektroden *S* Abschirmelektrode *D* Thermoelement

Abb. 1 u. 2. Versuchsanordnung zur Bestimmung des Durchgangswiderstandes plattenförmiger keramischer Versuchskörper.

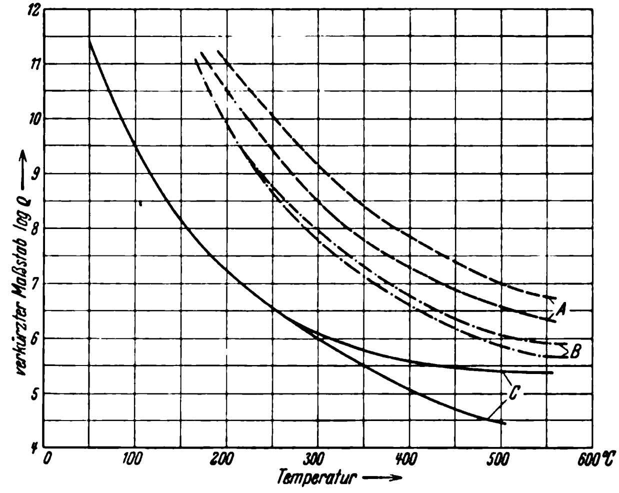
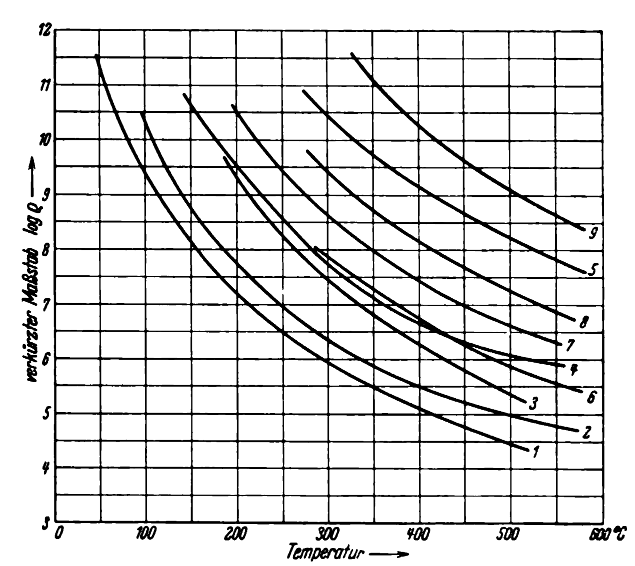


Abb. 3. Größter Streubereich für einige der untersuchten keramischen Massen.

In einem elektrischen Ofen wurden die Prüfkörper allmählich — etwa 100 bis 125 ° C Temperaturerhöhung innerhalb 1 h — erhitzt, so daß das Durchmessen jedes Prüfkörpers bis zu Temperaturen von 600 bis 700 ° etwa 6 h erforderte. Die Meßspannung betrug in der Regel 220 V Wechselspannung, nur bei tieferen Temperaturen, wenn die Empfindlichkeit der zur Verfügung stehenden Wechselstrominstrumente (0,1 mA) nicht ausreichte, wurde Gleichspannung von 110 V in Verbindung mit empfindlichen Drehspulgalvanometern verwendet. Ein Unterschied in der Leitfähigkeit zwischen Gleich- und Wechselstrom war bei keramischen Isolierstoffen nicht festzustellen. Die an den einzelnen Probekörpern bei verschiedenen Temperaturen (meist wurde der Widerstand sowohl bei aufsteigender wie bei absteigender Temperatur bestimmt, wobei sich keine wesentlichen Abweichungen ergaben) gemessenen Werte wurden nach Anbringung der verschiedenen Korrekturen auf spezifischen Widerstand umgerechnet und dessen Temperaturabhängigkeit graphisch dargestellt. Als Ordinate wurde dabei aus Gründen der besseren Darstellbarkeit der Logarithmus des in Ωcm ausgedrückten spezifischen Widerstandes aufgetragen. Da von jedem Werkstoff jeweils mehrere Probekörper vorlagen, so ergaben sich im allgemeinen für jeden Werkstoff verschiedene, voneinander etwas abweichende Kurven. In Abb. 3 sind einige davon für mehrere, beliebig herausgegriffene Massen, die einen verhältnismäßig großen Streubereich aufweisen, dargestellt, um die Streuung der einzelnen Proben e i n u n d d e s s e l b e n Werkstoffes zu kennzeichnen. Für den Vergleich verschiedener Werkstoffe (Abb. 4) sind dagegen nur die jeweils n i e d r i g s t e n Kurvenwerte benutzt, da ja diese für die Sicherheit des betreffenden Werkstoffes im Betriebe ausschlaggebend sind.

In Abb. 4 ist eine Anzahl der untersuchten keramischen Werkstoffe zusammengestellt. Die Versuchsergebnisse entsprechen etwa den in der eingangs erwähnten Eigenschaftstafel unter Spalte 17 aufgeführten Werten. Jedenfalls zeigt diese Zusammenstellung, daß von keramischen



1, 2 u. 3	Werkstoffe der Gruppe I	6	Werkstoff der Gruppe IV
4	Werkstoff der Gruppe II a	7 u. 8	„ „ „ V
5	„ „ II b	9	magnesiareiche Sondermasse

Abb. 4. Gegenüberstellung des Isolationswiderstandes verschiedener keramischer Werkstoffe [vgl. die Gruppeneinteilung der Eigenschaftstafel in ETZ 56 (1935) H. 33, S. 916].

Isolierstoffen eine große Anzahl verschiedenster Massen zur Verfügung steht, die einen verhältnismäßig großen spezifischen Widerstand auch bei hohen Temperaturen besitzen und gemäß ihren sonstigen Eigenschaften für die verschiedensten Verwendungszwecke geeignet sind. Wichtig ist dabei, daß die keramischen Isolierstoffe auch bei länger dauernder Beanspruchung mit höherer Temperatur keine Veränderung erleiden.

Zusammenfassung.

Der an platten- oder rohrförmigen Probekörpern mit Gleich- oder Wechselspannung von 220 V ermittelte Isolations-(Durchgangs-)Widerstand keramischer Werkstoffe wird in Abhängigkeit von der Temperatur zeichnerisch dargestellt; für die dabei auftretende Streuung verschiedener Probekörper ein und desselben Werkstoffes werden einige Beispiele gezeigt. Schließlich wird eine Anzahl der gemessenen Isolierstoffe den entsprechenden Gruppen der in ETZ 56 (1935) H. 33, S. 916, veröffentlichten Eigenschaftstafel zugeordnet.

Elektrofahrzeuge und Städtereinigung.

Von Dipl.-Ing. H. W. Leichsenring, Berlin.

621. 335. 9 : 628. 4

Übersicht. Vom 19. bis 23. 8. findet in Frankfurt a. M. der mit einer Fuhrparkausstellung verbundene Internationale Kongreß für Städtereinigung statt. Zu diesem Anlaß werden nachstehend die Gründe für die besondere Eignung von Elektrofahrzeugen als Lastfahrzeuge im Kurzstreckenverkehr dargelegt; ihre Verwendbarkeit im Dienste der Städtereinigung wird erläutert und durch Beispiele belegt.

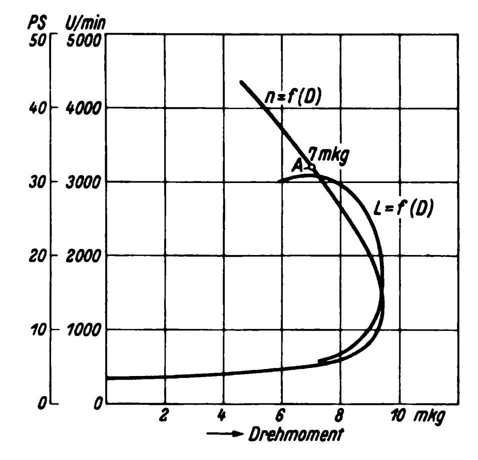
Bis vor dem Kriege wurde die Reinigung deutscher Städte fast ausschließlich durch Menschen- und Pferdekräfte besorgt. Erst nach dem Anwachsen der Städte, der Einbeziehung von Außenbezirken in das Reinigungswesen der Innenstadt und infolge der erhöhten Ansprüche an Sauberkeit und Hygiene mußten Motoren eingesetzt werden. Diese Entwicklung setzte etwa nach dem Kriege ein. Die zu gleicher Zeit aufkommenden Elektrokarren mit Führerstand von einer Tragkraft von etwa 1 bis 3 t haben sich wegen ihrer großen Wendigkeit und ihrer einfachen Bedienbarkeit überall dort gut eingeführt, wo Arbeitskolonnen mit Geräten und Arbeitsmaschinen an die Arbeitsstellen zu befördern sind. Die Fahrzeugbatterie dient hierbei auch zur Speisung der elektrischen Antriebsmotoren für die Arbeitsmaschinen.

Für schwere Betriebe, wie Müll- und Fäkalienabfuhr, Straßenreinigung und Sprengung, hat sich das Elektrofahrzeug jedoch nicht in dem Maße durchgesetzt, wie es das auf Grund seiner hervorragenden technischen Eigenschaften und seiner Wirtschaftlichkeit verdiente. Man gab hier vielfach dem Kraftfahrzeug mit Benzin, später auch dem Dieselmotor den Vorzug, weil man sich durch dessen etwa doppelt so große Höchstgeschwindigkeit und unbegrenzten Fahrbereich bestechen ließ. Erst die Schrumpfung des internationalen Handels und das Bestreben, soweit wie möglich einheimische Treibstoffe zu verwenden, hatte zur Folge, das in sämtlichen weitgehend motorisierten Ländern Europas die Frage nach dem wirtschaftlichsten Fahrzeug für den jeweiligen Verwendungszweck neu gestellt wurde. Sie wird nach dem jetzigen Stand der Technik dahingehend beantwortet, daß für Personenverkehr — außer Omnibusverkehr — und für Lastenbeförderung über Land das Fahrzeug mit Verbrennungsmotor am besten geeignet ist. Für die Beförderung von Lasten in der Stadt mit häufigen Haltepunkten ist ihm jedoch das Elektrofahrzeug technisch und wirtschaftlich überlegen. Ausdrücklich sei betont, daß nicht nur die Devisenfrage das Elektrofahrzeug heute wirtschaftlich erscheinen läßt, sie gab nur die Veranlassung zu einer Überprüfung des Standpunktes. So verwendet die Reichspost seit Jahren Elektrofahrzeuge für den Verkehr in der Stadt und hat z. Z. etwa 2400 Elektrofahrzeuge in Betrieb[1]).

Verbrennungsmotor und Elektromotor.

Die Überlegenheit des Elektrofahrzeuges für den Kurzstreckenverkehr mit häufigen Haltepunkten ist technisch begründet durch den kinematischen Unterschied zwischen dem Verbrennungsmotor und dem für Elektrofahrzeuge ausschließlich verwendeten Gleichstrom-Reihenschlußmotor[2]). Abb. 1 u. 2 stellen die Betriebskurven eines 30 PS-Benzinmotors und die eines Gleichstrom-Reihenschlußmotors von 4 kW Leistung im Kurzzeitbetrieb von 45 min bei 2300 U/min dar. Aus den Kennlinien geht hervor, daß die Nennleistung des Benzinmotors zugleich die höchste Leistung ist, die er abgeben kann. Sein höchstes Drehmoment ist nur um etwa 35 % größer als das Nennmoment und tritt etwa bei 30 bis 50 % der Nenndrehzahl auf. Bei geringeren Drehzahlen fällt das Dehmoment sehr schnell ab und erreicht den Wert Null bei 10 % der Nenndrehzahl. Unter dieser Drehzahl kann der Benzinmotor überhaupt kein Drehmoment abgeben.

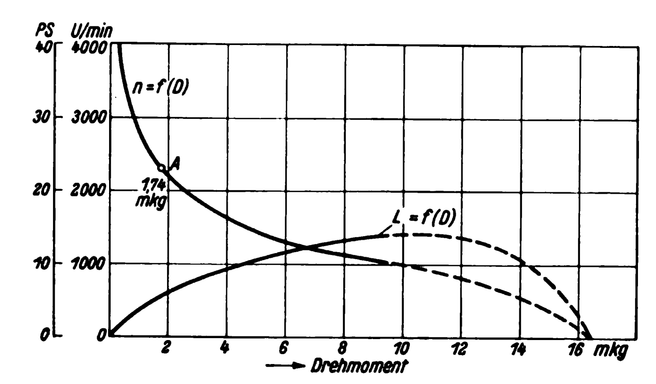
Ganz anders ist das Verhalten des Elektromotors. Seine Nennleistung und das dazugehörige Moment sind nur erwärmungsmäßig bedingt. Die tatsächliche kurzzeitig erreichbare Leistung beträgt bis etwa 250 % der Nennleistung, das höchste Drehmoment ist noch erheblich höher. Das Drehmoment steigt mit sinkender Drehzahl stetig an und erreicht seinen Höchstwert bei völligem Stillstand.



A Arbeitspunkt bei Nennlast

Abb. 1. Kennlinien eines 30 PS-Benzinmotors.

Da der Benzinmotor überhaupt kein Anzugsmoment hat — der Elektromotor hat ein außerordentlich großes —, ist er ohne Zwischenschaltung einer Rutschkupplung nicht in der Lage, ein Fahrzeug anzufahren. Das Schaltgetriebe beim Kraftwagen dient nicht zur Regelung der Geschwindigkeit des Wagens, diese ließe sich auch durch Änderung der Gaszufuhr erreichen, sondern vielmehr dazu, über mangelhafte Drehzahlbereiche des Benzinmotors hinwegzukommen und für diese eine Drehmomentwandlung vorzunehmen.



A Arbeitspunkt bei Nennlast

Abb. 2. Kennlinien eines Gleichstrom-Hauptschlußmotors, 4 kW, Kurzbetrieb 45 min, 2300 U/min.

Der Elektromotor hat dagegen eine für das Anfahren ideale Drehmomentkennlinie. Er braucht weder eine Kupplung noch ein Schaltgetriebe. Der Motor wird mit den Triebrädern starr gekuppelt. Man muß sogar durch

[1]) Hubrig, ETZ 56 (1935) H. 22, S. 612.

[2]) F. Lehner, ETZ 56 (1935) H. 24, S. 673.

Einschaltung eines Vorschaltwiderstandes in der 1. Anfahrstufe dafür sorgen, daß die Anfahrbeschleunigung nicht zu groß wird.

Beim Anfahren eines Fahrzeuges mit Verbrennungsmotor ist eine große Zahl genau aufeinander abgestimmter Bedienungsvorgänge an der Gaszufuhr, dem Schaltgetriebe und der Kupplung erforderlich, die 1. zeitraubend sind, 2. starken Verschleiß an Motorgetriebe und Kupplung hervorrufen und 3. den Gesamtwirkungsgrad erheblich verschlechtern. Die Folge sind schlechte Manövrierfähigkeit, besonders im Großstadtverkehr und erhöhter Benzinverbrauch beim Anfahren.

Beim Anfahren eines Elektrofahrzeuges wird dagegen lediglich der Fahrschalter betätigt. Das Anfahren geschieht schnell, stoßfrei und geräuschlos. Erhöhte Abnutzung des Motors und des Getriebes tritt nicht auf. Nur in der 1. Fahrstufe wird ein geringer Teil der Leistung in einem Vorschaltwiderstand vernichtet. Der Wirkungsgrad auf den anderen Stufen ist beim Anfahren so gut wie beim Fahren.

Ausführung neuzeitlicher Elektrofahrzeuge.

Die Elektrofahrzeuge haben im Laufe der Jahre eine Reihe von konstruktiven Verbesserungen erfahren. Statt des früher vielfach verwendeten Zweimotorenantriebs, bei dem jedes der beiden Triebräder durch einen besonderen Motor angetrieben wird, wird heute, abgesehen von einigen Sonderbauarten, der Einmotorenantrieb mit mechanischem Differential verwendet. Der Motor wird meist unmittelbar an das Differential angeflanscht und im Fahrgestell pendelnd aufgehängt. Man erreicht hierdurch die Verlegung des Motorgewichtes von den Rädern nach der Achsmitte, eine Verringerung der ungefederten Massen und eine Verbesserung der Wirkungsgrade.

Ein neuzeitlicher Fahrschalter besonderer Bauart besteht aus einem Wählerschalter zur Einstellung der Fahrstufe und einem Lichtbogenunterbrecher zur Abschaltung des Motorstromes. Abbrand tritt nur an den Kontakten des Lichtbogenunterbrechers auf, der als Nockenschalter mit Blasspule und Klotzkontakten für die Abschaltung induktiver Stromkreise besonders geeignet ist. Wählerschalter und Lichtbogenunterbrecher sind mechanisch miteinander gekuppelt, sie werden also durch e i n e n Schalthebel betätigt[3]).

Verwendungsgebiet.

Lediglich die Batterie begrenzt heute noch das Anwendungsgebiet des Elektrofahrzeuges auf die Stadt. Das Fassungsvermögen der einbaubaren Batterie hat aus Gründen des Platzbedarfs, des Gewichtes und des Preises eine Grenze, die Elektrofahrzeuge auf eine Höchstgeschwindigkeit von etwa 30 km/h und auf eine Fahrstrecke von 60 bis 70 km je Batterieladung mit vollbelastetem Wagen begrenzen. Bei größeren Geschwindigkeiten sinkt der Fahrbereich, weil die je km verbrauchte elektrische Energie größer wird. Für den Stadtverkehr können diese Grenzen jedoch die vorteilhafte Verwendbarkeit des Elektrofahrzeuges nicht in Frage stellen.

Fahrbereich.

In der Stadt wird ein Kraftfahrzeug selten eine größere Fahrstrecke als 60 km zurücklegen müssen. Statistisch ist nachgewiesen worden, daß 60 % aller Kraftfahrzeuge nur bis zu 50 km je Tag fahren. Erfahrungsgemäß gehören die Fahrzeuge der Städtereinigung in diese Gruppe. Man kann den Fahrbereich noch erweitern durch Verwendung von Wechselbatterien oder durch Schnelladung der Batterie[4]) in der Mittagspause. Dieses Verfahren gestattet innerhalb von 20 min etwa 40 %, von 30 min etwa 60 % und von 60 min etwa 95 % der vorher entnommenen Kapazität einzuladen.

Fahrgeschwindigkeit.

Wieweit sich die Überlegenheit des Elektrofahrzeuges im Nahverkehr auswirkt, beweisen Meßfahrten mit Elektrofahrzeugen von 25 bis 30 km Höchstgeschwindigkeit und Benzinfahrzeugen von 50 bis 60 km Höchstgeschwindigkeit. Um ein möglichst genaues Abbild der tatsächlich beim Haus-zu-Haus-Verkehr vorkommenden Betriebsverhältnisse zu schaffen, wurde eine Meßstrecke durch Haltepunkte in Kurzstrecken von je 30, 100 und 300 m unterteilt. Bei 30 m Haltestellenentfernung wurde eine um 90 %, bei 100 m eine um 28 %, bei 300 m eine um 10 % höhere Geschwindigkeit durch das Elektrofahrzeug erreicht (Abb. 3). Eine Meßfahrt durch die Stadt auf einer 22 km langen Strecke mit keinen anderen Haltepunkten als den durch die Verkehrsregelung hervorgerufenen ergab praktisch gleiche Geschwindigkeit mit einer kleinen Überlegenheit des Elektrofahrzeuges.

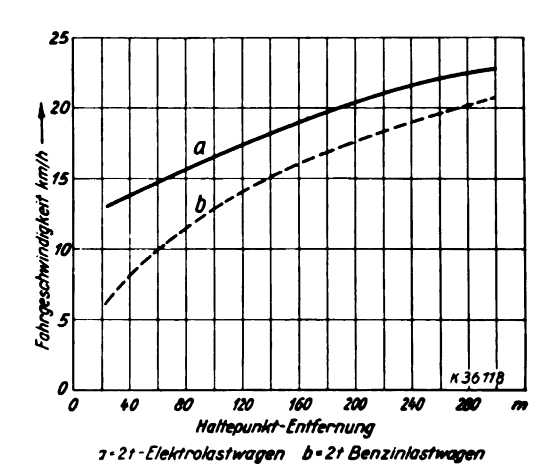


Abb. 3. Mittlere Fahrgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Haltepunktentfernung.

Außer der oben geschilderten Überlegenheit des Elektrofahrzeuges im Kurzstreckenverkehr sprechen für seine Verwendung in der Städtereinigung folgende Punkte:

1. Statt der größtenteils vom Ausland einzuführenden flüssigen Treibstoffe wird elektrischer Strom verbraucht, für dessen Erzeugung im Inland Kohlen und Wasserkräfte ausreichend zur Verfügung stehen. Der Devisenbedarf beispielsweise eines Dieselfahrzeuges ist für Treibstoff 10 bis 18mal so groß wie der eines Elektrofahrzeuges für Erneuerung der Bleiplatten der Batterie und einmalige Kupferbeschaffung bei Herstellung des Motors[5]).

2. Da die Ladung der Batterien fast ausschließlich nachts erfolgt, macht das Elektrofahrzeug Überschußenergie nutzbar und sein vermehrter Einsatz ist von größtem volkswirtschaftlichem Interesse.

3. Die gesamten jährlichen Unkosten für Betrieb eines Elektrofahrzeuges sind bedeutend niedriger als die eines Benzinfahrzeuges gleicher Leistung[6]).

Diese kleineren Unkosten erklären sich durch

a) lange Lebensdauer der Elektrofahrzeuge, die mit mindestens 15 Jahren angesetzt werden kann;

b) geringe Ausbesserungskosten, die sich durch den einfachen Aufbau und die einfache Bedienungsweise erklären;

c) geringe Kosten für Treibstoff. Für 100 km verbraucht ein 2 t-Lastwagen etwa 50 kWh;

d) geringe Kosten für Garage, die nicht feuersicher und nicht heizbar zu sein braucht;

e) geringe steuerliche Belastung für Elektrofahrzeuge gegenüber Lastfahrzeugen mit Vergasermotor (15 RM je 200 kg Eigengewicht);

f) Betriebssicherheit, daher geringer Arbeitsausfall, Haltung von Reservefahrzeugen ist nicht notwendig. Auch im strengsten Winter bestehen keine Anfahrschwierigkeiten;

g) die für die Batterieerhaltung aufzubringenden Kosten sind zwar nicht unerheblich, man ist jedoch bezüglich ihrer Höhe keinerlei Überraschungen ausgesetzt, denn die Batterie nutzt sich mit der Anzahl der Fahrkilometer ab, und die Kosten sind vorher recht genau zu schätzen. Bei den meistverwendeten Gitterplattenbatterien halten die positiven Plattensätze etwa 13 000 bis 16 000 km, die negativen Plattensätze das 2- bis 3fache aus. Die Pflege der Batterie ist bedeutend einfacher als die eines Verbrennungsmotors und kann von angelernten Ar-

---

3) W. Schröter, Siemens-Z. 13 (1933) S. 230.
4) A. E. Lange, ETZ 53 (1932) S. 716.
5) Witte, Elektrizitäts-Wirtsch. 34 (1935) H. 17, S. 367.
6) Hubrig, ETZ 56 (1935) H. 22, S. 614.



beitern übernommen werden. Die Akkumulatorenfabriken sind im übrigen bereit, die Neuwerthaltung der Batterie gegen einen festen Satz zu übernehmen, so daß für die Benutzer jedes Wagnis fortfällt.

h) Die Bedienung des Wagens und seine Pflege ist bedeutend einfacher als die eines Fahrzeuges mit Verbrennungsmotor. Bis 20 km je Stunde Höchstgeschwindigkeit ist er führerscheinfrei. Da die Ladung der Batterie nachts selbsttätig ohne jede Wartung erfolgen kann, entstehen hierdurch keine zusätzlichen Personalkosten.

Das Elektrofahrzeug wird mit Vorteil in allen Betrieben der Städtereinigung verwendet, namentlich für Müllabfuhr, Straßenreinigung, Fäkalienabfuhr, Kanalreinigung und Beförderungswesen.

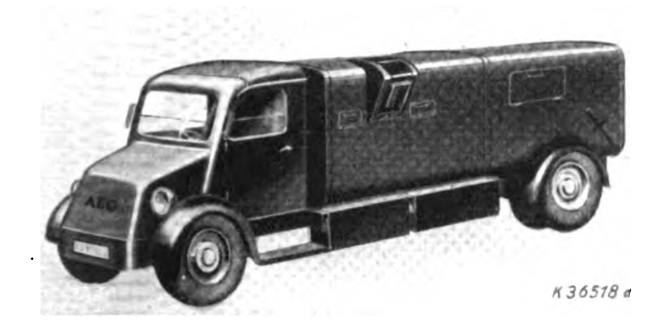


Abb. 4. Elektro-Lastfahrzeug mit Großraum-Müllaufbau.

D i e M ü l l a b f u h r ist ein typisches Beispiel für einen Kurzstreckenbetrieb, für den vom technischen Standpunkt aus nur Elektrofahrzeuge verwendet werden sollten. Daß dies bisher nicht in weit stärkerem Maße geschehen ist, lag wohl nur daran, daß geeignete schwere Lastwagen, die als Großraum-Müllwagen gebraucht werden, nicht auf dem Markt waren.

Die Elektrofahrzeugfirmen haben jedoch vor kurzem in Zusammenarbeit mit Automobilfirmen Neukonstruktionen von Lastwagen herausgebracht, die auch für die schwerste praktisch vorkommende Belastung von etwa 3½ bis 7 t auf dem Fahrgestell ausreichen. Abb. 4 zeigt einen solchen Wagen mit Großraum-Müllaufbau. In kleinen Städten und dort, wo das Tonnenwechselsystem angewandt wird, genügen im allgemeinen Fahrzeuge von etwa 2 t Tragkraft (Abb. 5).

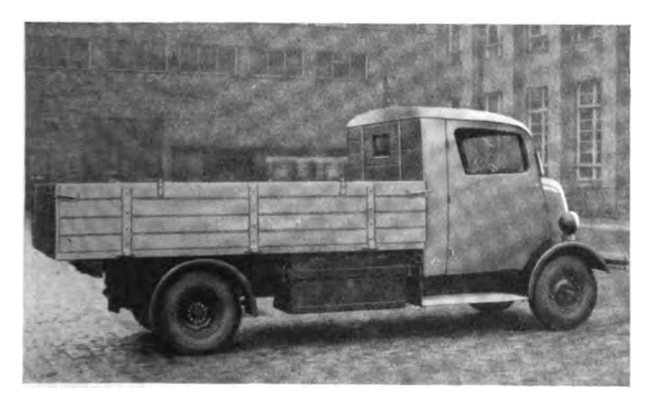


Abb. 5. Elektro-Lastfahrzeug mit 2 t Tragkraft.

Die Betriebsverhältnisse bei der Müllabfuhr, insbesondere während des Einsammelns, wo die gesamte Fahrstrecke durch eine Unzahl von Haltepunkten in viele Kurzstrecken aufgeteilt wird, sind für Kraftwagen mit Verbrennungsmotor denkbar ungünstig. Zudem dringt der Müllstaub in den empfindlichen Motor ein und ruft dort starke Abnutzung hervor. Die veröffentlichten Zahlen über Brennstoffverbrauch solcher Müllwagen und über Motorverschleiß sprechen eine deutliche Sprache. 5 t-Müllwagen haben einen Brennstoffverbrauch bis zu 116 l Benzin je 100 km Fahrstrecke, ein Kolbensatz hält nur zwischen 10 000 bis 30 000 Fahrkilometer. Ohne Ersatzfahrzeuge ist daher nicht auszukommen[7]).

Der Elektrowagen dagegen hat einen für Anfahrbetrieb hervorragend geeigneten Motor, der ohne Schwierigkeiten staubdicht gekapselt werden kann und der selbst durch eindringenden Staub weniger in Mitleidenschaft gezogen wird als ein Verbrennungsmotor. Selbst in schwierigsten Betrieben, z. B. chemischen Fabriken, Trockenkohlenwäschen usw. haben sich Elektromotoren hervorragend bewährt.

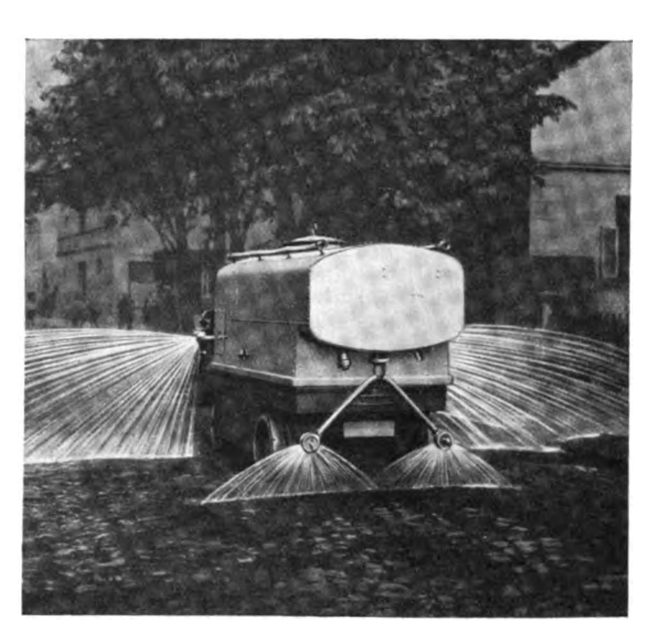


Abb. 6. Elektrokarren mit Sprengwagen-Aufbau.

Auch für die S t r a ß e n r e i n i g u n g leisten Elektrofahrzeuge als Sprengwagen, Straßenkehr- und -waschmaschinen und Abfuhrwagen für Straßenkehricht gute Dienste. Die entsprechenden Sonderaufbauten werden je nach der verlangten Leistungsfähigkeit auf Führerstand- oder Führersitzfahrzeuge aufgebaut, wobei die verschiedenen Aufbauten in der Regel leicht gegeneinander ausgewechselt werden können. Abb. 6 zeigt einen Sprengwagen von 1500 l Fassungsvermögen für eine Sprengbreite bis zu 16 m. Die Sprengbreite ist durch Handhebel am Führerstand einstellbar. Die Sprengdichte kann mit den Brausekörpern auf 0,15 l je qm, 0,30 l je qm und 0,45 l je



Abb. 7 Elektrische Straßenkehrmaschine.

qm eingestellt werden. Eine elektrisch angetriebene Motorpumpe von etwa 1 kW Leistungsaufnahme erzeugt den erforderlichen Druck. Der gesamte Sprengaufbau einschl. Motorpumpe ist als Ganzes vom Fahrgestell abnehmbar. Für Sprengbreiten bis zu 6 m wird für die Sprengung das natürliche Gefälle des Wassers ausgenutzt. Die Pumpe kann auch selbst ansaugend zur Füllung des Behälters aus offenen Gewässern ausgeführt werden. Mit einer stärkeren Pumpe ausgerüstet kann ein derartiger Sprengwagen auch als Feuerlöschwagen Verwendung finden. Abb. 7 zeigt eine elektrische Straßenkehrmaschine,

[7]) H a r d t , Städtereinigung (1935) H. 1, S. 7.



für die ein normales Elektrofahrzeug verwendet wird. Die Kehrwalze wird durch einen besonderen Elektromotor von 0,5 kW Leistung angetrieben. Die Kehrgeschwindigkeit beträgt etwa 10 km/h. Die Kehrwalze von 400 mm Dmr. und 1600 mm Breite ist umsetzbar für links- oder rechtsseitiges Ablegen des Kehrichts. Das gesamte Walzenaggregat ist als Ganzes abnehmbar. Eine elektrisch angetriebene Pumpe erzeugt einen Sprühregen vor der Kehrwalze und feuchtet die Straße zur Vermeidung von Staubentwicklung vor. Wasserbehälter, Batterie sowie Behälter für Kehricht oder Mannschaftssitze sind auf dem Fahrgestell aufgebaut. Der elektrische Einzelantrieb der Kehrwalze und der Motorpumpe ermöglicht einen besonders einfachen Aufbau des Fahrzeuges.

Anfallender Straßenkehricht wird durch Elektrofahrzeuge mit aufgebauten Behältern, die für die Entleerung kippbar aufgebaut sind, schnell und billig beseitigt.

Kanalreinigung.

Die Kanalnetze größerer Städte zur Ableitung des anfallenden Schmutz- und Regenwassers haben mit der Zeit immer größere Ausdehnung angenommen. Dadurch wurden die zur Inbetriebhaltung erforderlichen Arbeiten immer umfangreicher und die Abmarschwege zwischen Depot und Arbeitsstelle immer länger. Bei Verwendung von Handwagen oder Pferdefuhrwerk als Geräte- und Schlammwagen betrugen schließlich die Anmarschzeiten bis zu ⅓ der gesamten Schichtzeit. Ebenso konnten ohne Zuhilfenahme von Motoren die Reinigungsarbeiten nicht schnell genug durchgeführt werden. Als solche sind aufzuführen:

a) Schlammbeseitigung aus den Schlammfängern der Straßeneinläufe,
b) Reinigung des Kanalsystems,
c) Fortschaffen des Schlammes.

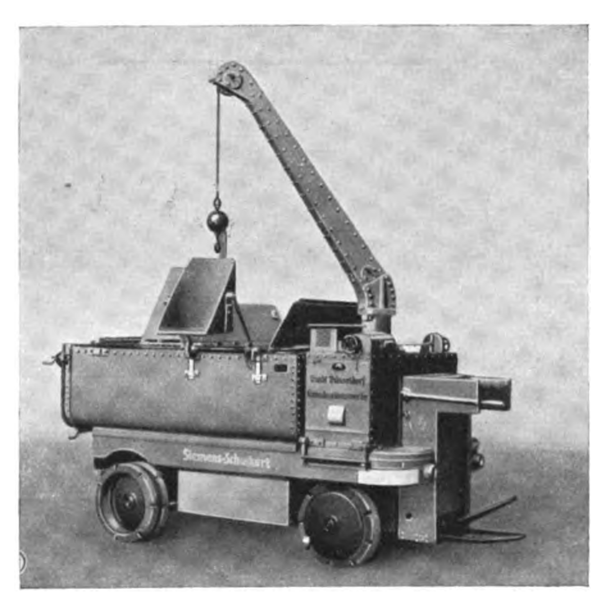


Abb. 8. Elektrokarren für Sinkkastenreinigung.

Durch die Straßeneinläufe gelangen insbesondere nach kräftigen Niederschlägen große Mengen mitgespülter Erde und Sand in das Kanalnetz. Je nach dem gewählten System werden diese Schlammassen zum großen Teil entweder in hochgelegenen Sinkkästen oder in Schlammkästen aufgefangen, die vom Schmutzwasser überspült werden. Zur Reinigung werden Elektroführersitz- und Führerstandfahrzeuge mit einer Tragfähigkeit von etwa 2000 kg mit aufgebautem Schlammbehälter und mit elektromotorisch angetriebenem Kran zum Herausheben der Sinkkästen verwendet. Die Schlammbehälter werden meist als Hinterkipper ausgeführt. An der Schlammabladestelle werden sie durch den Kran um ein hinteres Lager gekippt und so bequem und schnell entleert (Abb. 8).

Schlammfänger mit tiefliegenden Schlammkästen werden durch Schlammsauger gereinigt. Abb. 9 zeigt ein solches Elektrofahrzeug von 3 t Tragkraft mit Schlammsaugeraufbau. Der eigentliche Schlammkessel von 1 m³ Fassungsvermögen wird durch eine Motorpumpe luftleer gemacht. Das an den Kessel angeschlossene Saugrohr wird in den Straßeneinlauf eingeführt, und nach Öffnung des Absperrschiebers wird der Schlamm in den Kessel gesogen. Die Pumpe dient nach Umschaltung gleichzeitig dazu, durch mitgeführtes Reinwasser die Straßeneinläufe nachzuspülen. Für die Leerung wird der Kessel mit Hilfe einer Teleskopwinde gekippt. Je Tag werden mit einem derartigen Fahrzeug 100 bis 120 Straßeneinläufe gereinigt. Es handelt sich also hier um einen ausgesprochenen Kurzstreckenbetrieb, für den das Elektrofahrzeug besonders am Platze ist.

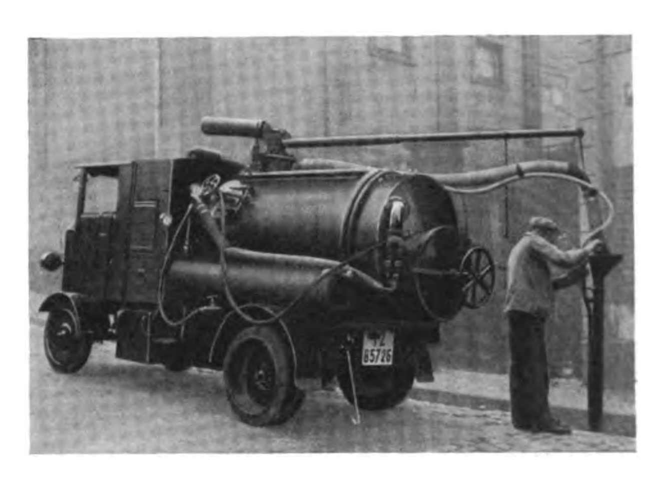
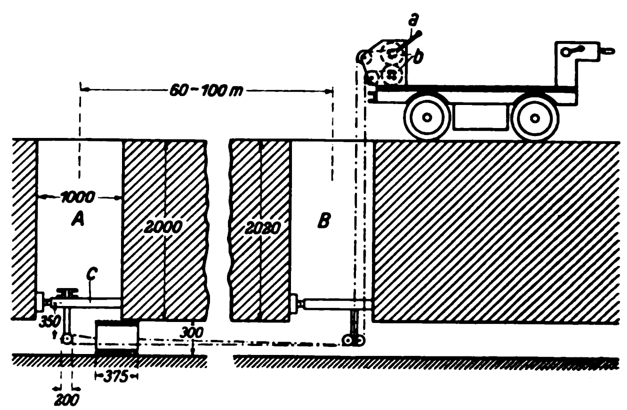


Abb. 9. Elektrofahrzeug mit Schlammsaugeraufbau.

In ausgedehnten Kanalnetzen flachliegender Städte, in denen das Schmutzwasser nur mit geringem Gefälle abfließen kann, ist Schlammansammlung in den Rohrleitungen und Kanälen nicht zu vermeiden. Um Verstopfungen in den Kanälen zu verhindern, müssen diese von Zeit zu Zeit vom angesammelten Schlamm gesäubert werden. Dies geschieht durch Bürsten, deren Form dem Kanalprofil angepaßt ist und die mit Winden durch die Kanäle gezogen werden, wobei gleichzeitig noch Frischwasser zugesetzt wird. Bei Verwendung von Handwinden muß sehr reichlich Frischwasser beigegeben werden, um bei der zur Verfügung stehenden beschränkten Zugkraft die Bürsten durch den Kanal hindurchziehen zu können. Bei elektrischem Antrieb der Winden wird an Arbeitszeit und Frischwasser gespart. Abb. 10 zeigt die Arbeitsweise einer Kanalreinigungswinde. Diese auf einem Elektrokarren aufgebaute Winde wird durch einen von der Fahrzeugbatterie gespeisten Elektromotor von etwa 1,2 kW Leistung angetrieben. Die Winde besitzt 2 Trommeln, so daß ein Seilzug nach beiden Richtungen ausgeführt werden kann. Eine Winde genügt also, um die Bürsten durch den Kanal zu ziehen und bei gelegentlich auftretenden Hindernissen wieder zurückzuziehen. Umschaltung von einer Drehrichtung auf die andere geschieht durch umlegbare Kupplungen, die als Rutschkupplungen



A 1. Einstiegschacht *B* 2. Einstiegschacht
a Hilfshandkurbel *b* Doppeltrommel *c* Stegeisen mit Umkehrrollen

Abb. 10. Wirkungsweise einer Kanalreinigungswinde.

ausgeführt sind und den höchsten Zug auf etwa 450 kg begrenzen. Hierdurch wird ein Reißen der Seile verhindert, wenn unerwartete Hindernisse auftreten sollten.

Für die Fortschaffung des aus den Schächten herausgehobenen Schlammes wird zweckmäßig ein Anhänger mit Kippbehälter benutzt, so daß weitere Fahrzeuge hierfür nicht erforderlich werden.

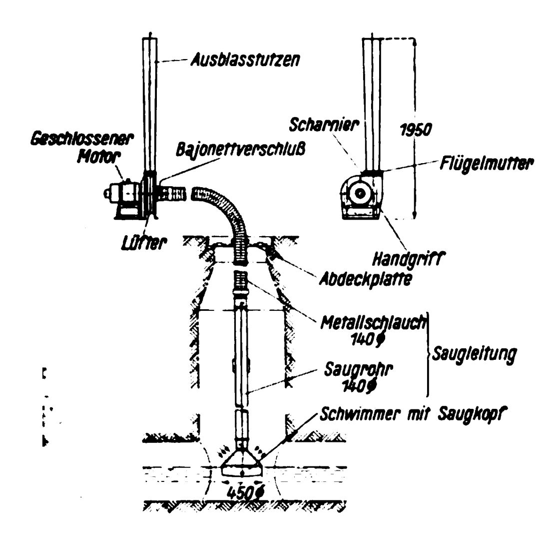


Abb. 11. Kanalentgaser (Schema).

Beim Bau und dem Betrieb von Kanalnetzen wird peinlich darauf geachtet, daß Stoffe, die selbst Gase entwickeln oder zusammen mit anderen Schmutzstoffen Gasentwicklung hervorrufen, an der Einlaufstelle abgefangen werden. Es handelt sich um Benzin, Benzol, Säuren, usw. Trotzdem wird es sich auch bei bester Überwachung nicht vermeiden lassen, daß derartige Stoffe durch Fahrlässigkeit, schlechte Bedienung der Abscheider oder bei Unglücksfällen auf der Straße (Umkippen von Tankwagen usw.) in die Kanäle hineingelangen und dort zur Gasentwicklung Anlaß geben, die Explosionen hervorrufen kann oder für die Reinigungskolonnen lebensgefährlich ist. Während leichte Gase unter Umständen aus den Rohrleitungen entweichen können, bleiben schwere Gase, zu denen Benzin- und Benzoldämpfe gehören, über dem Wasserspiegel liegen.

In vielen Städten sind daher stationäre Kanalentgaser im Netz verteilt eingesetzt. Um das Leben von Reinigungsarbeitern nicht zu gefährden, sollte aber außerdem noch jede Kanalstrecke, in die die Arbeiter einsteigen müssen, vorher entgast werden. Dies geschieht zweckmäßig durch einen tragbaren Lüfter, der von dem Elektrokarren zusammen mit der Kanalreinigungswinde mitgeführt wird. Er wird von einem Elektromotor von etwa 1 PS Leistung angetrieben, der ebenfalls von der Fahrzeugbatterie gespeist wird. Die Lüfterflügel bestehen aus nichtfunkendem Metall, so daß Explosionsgefahr ausgeschlossen ist. Die Absaugung der Gase geschieht mit Hilfe eines schwimmenden Saugkörpers dicht über dem Wasserspiegel, also im Kern der schweren Gase. Das Gerät wird eingesetzt wie in Abb. 11 dargestellt. Der zu reinigende Kanalabschnitt wird mittels Gummischürzen gegen die angrenzenden Teile abgesperrt. Versuche haben ergeben, daß man einen 200 m langen Kanalabschnitt mit einem lichten Durchmesser von 800 mm einschließlich 4 Einstiegschächten innerhalb von 4 min von Gasen restlos säubern kann.

Zusammenfassung.

Elektrofahrzeuge sind die für die Beförderung von Lasten im Stadtverkehr am besten geeigneten Fahrzeuge. Ihre Überlegenheit gegenüber Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor ist darauf zurückzuführen, daß der Elektromotor, ganz im Gegensatz zum Verbrennungsmotor, eine für das Anfahren ideale Drehmomentkennlinie besitzt. Die mittlere Fahrgeschwindigkeit von Elektrofahrzeugen in der Stadt ist je nach der Haltepunktentfernung größer, im ungünstigsten Fall gleich groß wie die von Benzinfahrzeugen. In ihrem Verwendungsbereich sind Elektrofahrzeuge wirtschaftlicher als Kraftfahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Ihr vermehrter Einsatz im Stadtverkehr ist mit Rücksicht auf die Devisenfrage und die Ausnutzung der Kraftwerke während der Nacht von großer volkswirtschaftlicher Bedeutung. Sie sind für alle Betriebe der Städtereinigung (Müllabfuhr, Straßenreinigung usw.) geeignet, zumal die Fahrzeugbatterie zur Speisung der elektrischen Antriebsmotoren mitgeführter Arbeitsmaschinen benutzt werden kann.

Näherungsrechnung zur Bestimmung der Mindestgrößen von Entstörungskondensatoren für Gleichstrommaschinen.

Von Dr.-Ing. **Kurt Heinrich**, Berlin.

621. 396. 828 : 621. 319. 4 : 621. 313. 2

Übersicht. Ein einfaches Verfahren wird beschrieben, durch das unter Umgehung von Reihenentwicklung die Größen der für die Entstörung von Gleichstrommaschinen und -motoren notwendigen Kondensatoren ermittelt werden können.

Infolge des Kommutierungsvorganges ist der einer Gleichstrommaschine entnommene Strom kein reiner Gleichstrom, sondern ein pulsierender Gleichstrom. In Abb. 1 ist der Verlauf solcher pulsierender Ströme dargestellt. Bei Motoren ist der Verlauf der Kurven aber umgekehrt. Man kann sich einen solchen pulsierenden Gleichstrom bekanntlich aus einem reinen Gleichstrom und einem Wechselstrom zusammengesetzt denken, der dem Gleichstrom überlagert ist. Dieser überlagerte Wechselstrom verursacht die Rundfunkstörungen, da er, wie weiter unten gezeigt wird, sehr hohe Frequenz und große Stärke haben kann. Wird nun eine der üblichen Entstörungsschaltungen z. B. nach Abb. 2 verwendet, dann müssen die Störschutzkondensatoren C mindestens so bemessen werden, daß sie dem überlagerten Wechselstrom einen bequemen Durchgang zur Ableitungsstelle (Erde) bieten. Es ist also erforderlich, den überlagerten Wechselstrom größenmäßig aus den vorhandenen Maschinenangaben zu bestimmen. Da die Pulsationen durch die Kommutierung rein sinusförmiger Wechselströme entstehen, verlaufen sie ebenfalls sinusförmig. Die Zahl der Pulsationen in 1 s ist gleich der Zahl der in 1 s kommutierten Sinusströme, daher auch gleich der Anzahl der Kommutatorlamellen, die in 1 s unter einer Bürste weggleiten. Bezeichnen

f die Zahl der Pulsationen in 1 s, also die Frequenz des überlagert zu denkenden Wechselstromes in Hz,
n die Drehzahl in 1 min,
A die Lamellenzahl des Kommutators,

dann ist

$$f = \frac{A\,n}{60}\,. \tag{1}$$

Eine Pulsation, also eine Periode, erstreckt sich über $360/A$ Bogengrade.

Ja größer nun die Polzahl einer Maschine im Verhältnis zu einer anderen gleicher Stromstärke und Lamellenzahl ist, desto stärker sind die Pulsationen ausgebildet. Abb. 1a zeigt dies für eine zweipolige und Abb. 1b für eine vierpolige Maschine.

Um nun den Strom zu bestimmen, den die Kondensatoren nach Abb. 2 durchlassen müssen, müßte mit Fourierschen Reihen die Gleichung der Pulsationen bestimmt werden. Das gibt zwar eine sehr genaue, aber für die Verwendung in der Praxis sehr umständliche Lösung. Eine

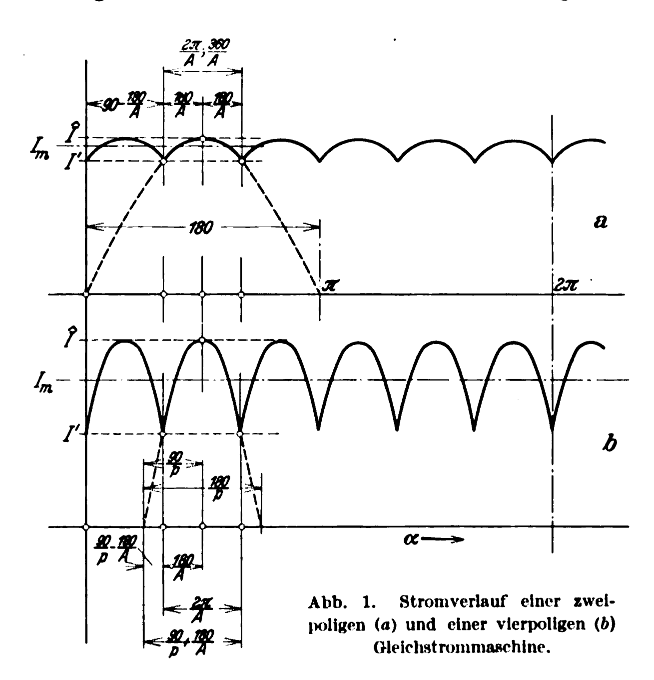


Abb. 1. Stromverlauf einer zweipoligen (*a*) und einer vierpoligen (*b*) Gleichstrommaschine.

große Annäherung bringt das folgende Verfahren: Bezeichnet $\hat{I}$ den Höchstwert einer Pulsation in Ampere, I' ihren Tiefstwert, dann soll durch $\Delta I = \hat{I} - I'$ der abzuleitende Kondensatorstrom bestimmt sein, dessen Frequenz nach Gl. (1) gegeben ist. Es ist, um sichere Werte zu erhalten, absichtlich ΔI und nicht der effektive Mittelwert verwendet worden.

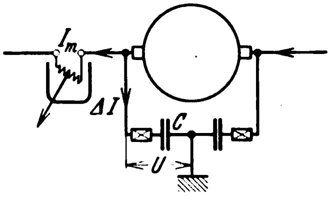


Abb. 2. Entstörungsschaltung.

Ein in den Ankerstromkreis gelegter Stromzeiger nach Dépréz und d'Arsonval zeigt einen Gleichstrom I_m als arithmetischen Mittelwert des reinen Gleichstroms und der Pulsationen an (Abb. 1 u. 2). Die Sinuslinie, der eine Pulsation angehört, folgt, wenn

p die Polpaarzahl,
α den Drehwinkel,
I einen beliebigen Strom

bezeichnen, der Gleichung:

$$I = \hat{I} \sin p\,\alpha\,. \tag{2}$$

Eine Pulsation umfaßt 360/A Bogengrade, sie reicht also von $\alpha_1 = \frac{90}{p} - \frac{360}{2A}$ bis $\alpha_2 = \frac{90}{p} + \frac{360}{2A}$.

Somit gilt für die Bestimmung von $\hat{I}$ die Gleichung

$$I_m \frac{2\pi}{A} = \hat{I} \int\limits_{\alpha_1 = \frac{90}{p} - \frac{180}{A}}^{\alpha_2 = \frac{90}{p} + \frac{180}{A}} \sin p\,\alpha\, d\alpha\,. \tag{3}$$

Die Auflösung nach $\hat{I}$ ergibt

$$\hat{I} = \frac{I_m\, p\, \pi}{A \sin \frac{p}{A} 180}\,. \tag{4}$$

Der Tiefstwert I' ist bestimmt durch:

$$I' = \hat{I} \sin p\,\alpha_1 = \hat{I} \sin p \left(\frac{90}{p} - \frac{180}{A}\right) = \hat{I} \cos \frac{p}{A} 180\,. \tag{5}$$

Somit wird

$$\Delta I = \hat{I} - I' = \frac{I_m\, p\, \pi}{A \sin \frac{p}{A} 180}\left(1 - \cos \frac{p}{A} 180\right). \tag{6}$$

Nun ist weiter, wenn mit U die Spannung einer Bürste gegen die Ableitung bezeichnet wird (Abb. 2):

$$C = \frac{\Delta I}{U \cdot 2\pi f}\,. \tag{7}$$

Nach Einsetzen von Gl. (1) und Gl. (6) in Gl. (7) folgt:

$$C = \frac{30\, I_m\, p}{U A^2 n} \cdot \frac{\left(1 - \cos \frac{p}{A} 180\right)}{\sin \frac{p}{A} 180} \text{ in Farad.} \tag{8}$$

Beispiel: Eine Gleichstrom-Nebenschlußdynamo habe 60 Lamellen und 4 Pole. Sie liefere normal 25 A bei 220 V Spannung gegen Erde und bei 1000 U/min. — Nach Gl. (8) beträgt die mindestens zu verwendende Größe der Kondensatoren C nach Schaltung Abb. 2:

$$C = \frac{30 \cdot 25 \cdot 2\,(1 - \cos 6)}{220 \cdot 3600 \cdot 1000 \cdot \sin 6} = 0{,}1 \cdot 10^{-6}\,\text{F} = 0{,}1\,\mu\text{F}.$$

Bei Motoren können dieselben Rechnungen angestellt werden, nur liegen die Pulsationen umgekehrt wie bei Maschinen.

Beispiel: Ein Antriebsmotor einer Registrierkasse soll entstört werden. Der Motor hat 36 Lamellen und 2 Pole, er nimmt bei 220 V gegen Erde 0,7 A auf. Die normale Drehzahl ist 1500 U/min. — Nach Gl. (8) folgt:

$$C = \frac{30 \cdot 0{,}7 \cdot 1}{220 \cdot 1296 \cdot 1500} \cdot \frac{(1 - \cos 5)}{\sin 5} = 0{,}002\,16\,\mu\text{F}.$$

Da es sich bei dieser Rechnung um die Bestimmung von Mindestgrößen handelt, baut man selbstverständlich immer die nächsthöhere listenmäßige Kapazität ein.

Zusammenfassung.

Die Rundfunkstörungen durch Gleichstrommaschinen sind durch die Oberwellen bedingt, die in jedem Maschinengleichstrom enthalten sind. Um diese Oberwellen und damit die Größen der Entstörungskondensatoren ermitteln zu können, werden die Pulsationen selbst als ein rein sinusförmiger Wechselstrom angenommen, dessen Frequenz nur durch die Lamellenzahl des Kommutators und die Drehzahl der Maschine bestimmt ist. Dadurch entsteht ein einfaches Ergebnis, in dem nur sofort und einfach meßbare Größen enthalten sind. Gegenüber der Bestimmung durch Reihen erscheint dieses Verfahren besonders mit Rücksicht auf die praktische Auswirkung hinreichend genau.

Ist 25periodiger Wechselstrom zur Beleuchtung geeignet?

621. 32

Brennt man Glühlampen an 25periodigem Wechselstrom, so bemerkt man ein ständiges regelmäßiges Schwanken der Lichtintensität[1]). Lichtschwankungen sind zwar beim Betrieb von normalen Glühlampen an 50periodigen Netzen objektiv auch vorhanden, können aber infolge der Trägheit des Auges nicht ohne weiteres beobachtet werden. Bei 25 Hz wird dagegen das Flimmern des Lichtes als unangenehm empfunden; es ist aber nicht so stark, daß die Ausführung feinerer Arbeiten — wie es z. B. bei 16⅔periodigem Strom der Fall ist — unmöglich gemacht wird. Eine Betrachtung des Sehvorganges zeigt, daß das Auge bei einer flimmernden Beleuchtung außerordentlich stark beansprucht wird. Da in Gebieten, die mit 25periodigem Wechselstrom versorgt werden, häufig Augenleiden festgestellt wurden, wird gefordert, daß diese Netze baldmöglichst auf 50 Hz umgestellt werden. Diese Umstellungen sind bisher nur aus wirtschaftlichen Gründen unterblieben; technische Vorteile des 25periodigen Wechselstromes bestehen nicht. *M. W.*

[1]) M. D. Papin, Électricien 66 (1935) S. 153.



RUNDSCHAU.

Leitungen.

621. 315. 172 : 621. 315. 53 **Zweirillenisolator für Aluminium-Kupfer-Freileitungen.** — Die zunehmende Verwendung von Aluminium für den Freileitungsbau hat die Durchbildung eines neuen Freileitungsmaterials nötig gemacht. Zum Abspannen sowohl der ankommenden Aluminium- als auch der weitergehenden Kupferleitung dient ein Zweirillenisolator (Abb. 1) aus Porzellan, der auf gerader oder gebogener Tragstütze befestigt werden kann und zugleich das Organ für die elektrische Verbindung der beiden Metalle trägt. Für den Übergang von Aluminium auf Kupfer dienen zwei miteinander verschraubte Gewindebolzen, deren dem Stromübergang dienende Anlageflächen gegen jeglichen Luft- oder Feuchtigkeitszutritt doppelt gedichtet sind, so daß Verrottung bzw. Zersetzung ausgeschlossen ist. Die Bolzen sind der spezifischen Leitfähigkeit der beiden Werkstoffe entsprechend von unterschiedlichem Durchmesser. Der Aluminiumbolzen ist mit Aluminiummuttern und -unterlegscheiben, der Kupferbolzen mit solchen aus Kupfer versehen. Der Isolator eignet sich zum Abspannen von Aluminiumleitungen bis zu 35 mm² und von Kupferleitungen bis zu 10 mm² und ermöglicht eine besonders rasche Montage. Natürlich erübrigt sich damit die bisher verwendete zusätzliche lose Verbindungsklemme außerhalb des Isolators, die den Witterungseinflüssen in viel höherem Maße ausgesetzt war. *f.*

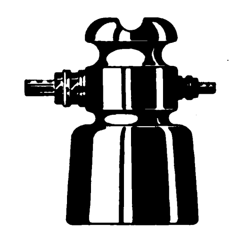


Abb. 1. Zweirillen-isolator.

Elektromaschinenbau.

621. 313. 2. 016. 35 : 621. 94 **Über das Drehzahlverhalten von Gleichstrom-Walzmotoren.** — Bei kontinuierlichen Walzenstraßen mit mehreren in Reihe angeordneten Gerüsten, die zur mechanischen Vereinfachung von Einzelmotoren angetrieben werden, muß bekanntlich das für ein bestimmtes Programm eingestellte Drehzahlverhältnis zwischen den Gerüsten möglichst genau aufrechterhalten werden, damit das gewöhnlich durch mehrere Gerüste gleichzeitig gehende Material weder gezerrt noch gedrückt wird. Dieses feste Geschwindigkeitsverhältnis kann aber infolge des Drehzahlverhaltens der Gleichstrommotoren, die wegen ihrer einfachen Regelbarkeit allgemein für den Antrieb derartiger Straßen gewählt werden, durch plötzliche Laständerungen, wie sie bei Eintritt des Walzgutes in ein Gerüst auftreten, eine unzulässige Störung erfahren, und zwar, wie sich vielfach gezeigt hat, auch dann, wenn die Motoren für nur geringen Drehzahlabfall zwischen Leerlauf und Vollast ausgeführt wurden oder eine besondere Regelung für konstante Drehzahl bei allen Belastungen erhielten. Es sind deshalb von Umansky und Linville teilweise oszillographisch Versuche über die Wirkungsweise verschiedener Gleichstrommotoren an einer vorhandenen kontinuierlichen Walzenstraße für dünnwandige Rohre durchgeführt worden.

Durch Überlegungen an Hand von Diagrammen wird untersucht, weshalb bei den Laständerungen die Motordrehzahlen erst schwingungsmäßig pendelnd nach einer gewissen Zeit die der normalen Motorcharakteristik entsprechenden Werte für den Belastungszustand erreichen, und wie sich der jeweils nur kurzzeitig aufgedrückte und der endgültige Drehzahlabfall der Antriebe gestaltet, wenn man die dafür maßgebenden Größen, wie ohmschen und induktiven Widerstand der Stromkreise und die Trägheit der umlaufenden Massen, ändert. Man muß danach, um z. B. beim Rohrwalzen Ballonbildungen zu verhindern, durch Kleinhaltung des ohmschen Widerstandes und der Induktanz bei gleichzeitiger Erhöhung des Trägheitsmomentes der umlaufenden Massen einen möglichst kleinen aufgedrückten Drehzahlabfall zu erreichen trachten und dann durch geeignete Maßnahmen, wie z. B. durch Anordnung eines schwachen Reihenschlußfeldes, das Drehzahlaufholen während des Walzvorganges auf ein Mindestmaß beschränken. Der normalen Geschwindigkeitsminderung der Motoren zwischen Leerlauf und Vollast, wie sie durch die Verbandsvorschriften definiert ist, braucht man dabei nicht zu viel Aufmerksamkeit zuzuwenden, sondern nur dem Verhältnis zwischen aufgedrücktem und endgültigem Drehzahlabfall.

Neu ausgeführte Antriebe für kontinuierliche Rohrwalzwerke ergaben ein wesentlich besseres Arbeiten, ohne daß durch die getroffenen Maßnahmen die Kosten für die Motoren sehr viel höher wurden. Auch an schon bestehenden Antrieben konnte man in einigen Fällen allein durch nachträgliche Ausrüstung der Motoren mit Schwungrädern noch ein zufriedenstellendes Ergebnis erzielen.

Das Verfahren der im vorliegenden Fall für ein kontinuierliches Rohrwalzwerk durchgeführten Untersuchungen, nicht jedoch notwendigerweise die erzielten Schlußfolgerungen, läßt sich natürlich auch auf andere kontinuierliche Straßen anwenden, bei denen das Problem ähnlich liegt. [L. A. Umansky u. T. M. Linville, Electr. Engng. 54 (1935) S. 387.] *Opz.*

621. 314. 521. 004 (47) **Betriebserfahrungen mit den Umformern des Aluminiumwerks in Wolchow.** — Vor einiger Zeit wurde an dieser Stelle[1]) über eine Umformeranlage für Aluminiumelektrolyse berichtet, die von der AEG nach der UdSSR geliefert worden war. In der Anlage sind drei Motorgeneratoren von je 10 000 kW nebst Schaltanlage zur Umformung von Drehstrom in Gleichstrom aufgestellt. Jeder Maschinensatz besteht aus einem Synchronmotor, der gleichzeitig zur Leistungsfaktorverbesserung herangezogen wird, zwei unmittelbar gekuppelten Gleichstromerzeugern für je 13 000 A und 350 V normal, 500 V maximal, und zwei Erregermaschinen. Gleichstromseitig stehen also insgesamt 78 000 A für Elektrolyse zur Verfügung. Davon werden betriebsmäßig jedoch nur 2 · 26 000 A für zwei Bädergruppen gebraucht, während der dritte Umformer als Reserve dient.

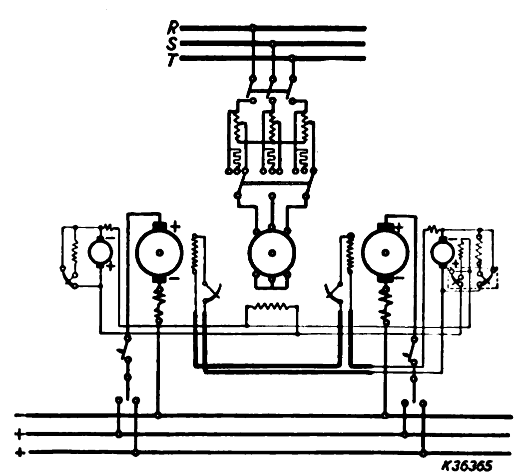


Abb. 2. Schaltung zur Erweiterung des Regelbereichs von Umformern.

Die im Jahre 1931 gelieferten Maschinen sind im Laufe des Jahres 1932 in Betrieb genommen worden. Zuerst mußte mit Teillasten und mit wechselndem Einsatz der Maschinensätze gefahren werden, da die Umformeranlage wesentlich früher betriebsfertig war als die Elektrolysebäder. Die selbsttätige, mit Strom- und Spannungsbegrenzung verbundene Leistungsregelung war mit Rücksicht auf die tatsächlichen Betriebsbedingungen nur für Regelung von Halblast aufwärts ausgelegt. Da die Werksleitung jedoch auf eine möglichst frühzeitige betriebsmäßige Ausnutzung der ganzen Anlage Wert legte, schon um alle Teile rechtzeitig zu erproben, wurde zur Erweiterung des Regelbereiches der selbsttätigen Leistungsregelung eine Kunstschaltung angewandt (Abb. 2). Man schaltete die Er-

[1] ETZ 54 (1933) S. 918.

regerwicklungen der beiden Gleichstromgeneratoren hintereinander, so daß deren Erregerspannung verdoppelt und damit auch bei halber Bäderzahl auf einen mindestens Halblast entsprechenden Betrag gebracht werden mußte. Da die Leistungsregelung aber bei diesen Spannungen bereits betriebsfähig war, konnte somit auch bei Belastung mit weniger als Halblast vollselbsttätiger Betrieb durchgeführt werden. Sowohl in dieser Schaltung als auch in der später nach Fertigstellung weiterer Elektrolysebäder wieder angewandten Normalschaltung arbeitete die verwendete Regelung ausgezeichnet. Die Belastung des Umformers und damit des speisenden Netzes war wesentlich gleichmäßiger als bei der anfänglich angewandten Handregelung, wie an Ort und Stelle aufgenommene Kurven einwandfrei zeigten. Bei allen Versuchen, die an Ort und Stelle mit den Umformern angestellt wurden, sind sämtliche Garantiebedingungen eingehalten, z. T. sogar verbessert worden. Auch Versuche zur Kontrolle der Kommutierung zeigten, daß die Maschinen bei allen Belastungen praktisch funkenfrei liefen, obwohl sehr schwierige Betriebsverhältnisse (Gesteinstaub und starke Temperaturschwankungen) vorliegen.

Bei der Durchführung des neuen Elektrolyseverfahrens zeigte es sich, daß eine höhere Strombelastung der Bäder günstig sei. Daraufhin wurden Überlastungsdauerversuche angestellt, um die Leistungsgrenzen der Maschinen festzustellen. Dabei ergab sich, daß diese die verlangte Steigerung der Stromstärke bei 500 V von 9100 A auf 11 500 A je Gleichstrommaschine, also um etwa 26 %, zuließen, ohne die Temperaturgrenzen zu erreichen. Z. Z. wird der Betrieb mit 474 V und 23 000 A gleichstromseitig je Maschinensatz durchgeführt.

Die Feldschwächungseinrichtung wirkte zuerst nur auf die Erregung des Synchronmotors. Da Versuche zeigten, daß beim Ansprechen des Schutzes Feld und Spannung des Motors verhältnismäßig langsam abklingen, wurde ein zusätzlicher Widerstand in die Erregerwicklung der entsprechenden Erregermaschine eingebaut und in den Schutz einbezogen. Darauf arbeitete die Entregung, ebenso wie der ebenfalls untersuchte Differentialschutz, einwandfrei. Die Rückstromrelais mußten von Klemmenspannung auf feste Batteriespannung umgeschaltet werden, da die Maschinenspannung infolge der selbsttätigen Regelung stark schwankte. Sehr gut haben sich die Hochstrom-Trennschalter für 15 000 A zur Umschaltung der Umformer auf die einzelnen Bäderreihen bewährt, da deren Kontaktübertemperatur bei Vollast, selbst im Hochsommer, nicht die obere Grenze erreichte.

Die ganze Anlage hat sich im Laufe des über zweijährigen Betriebes sehr gut bewährt. Der große Regelbereich der Motorgeneratoren, der seinerzeit für die Auswahl der Maschinenart mit Rücksicht auf das neue Elektrolyseverfahren ausschlaggebend gewesen war, ist jedoch höchstens für das Anfahren der Bäder erforderlich. Da inzwischen auch die gittergesteuerten Gleichrichter zu großer Betriebssicherheit entwickelt worden sind, dürfte ihrer Verwendung in Zukunft, in Anbetracht ihres guten Wirkungsgrades bei höheren Spannungen, nichts im Wege stehen. Infolge des bei derartigen Elektrolyseanlagen stets vorliegenden Tag- und Nachtbetriebes dürften Betriebsersparnisse infolge besseren Wirkungsgrades sehr bald etwaige Mehraufwendungen beim Bau der Anlage übersteigen. [H. Schmidt, AEG-Mitt. (1935) H. 4, S. 159.] *Sb.*

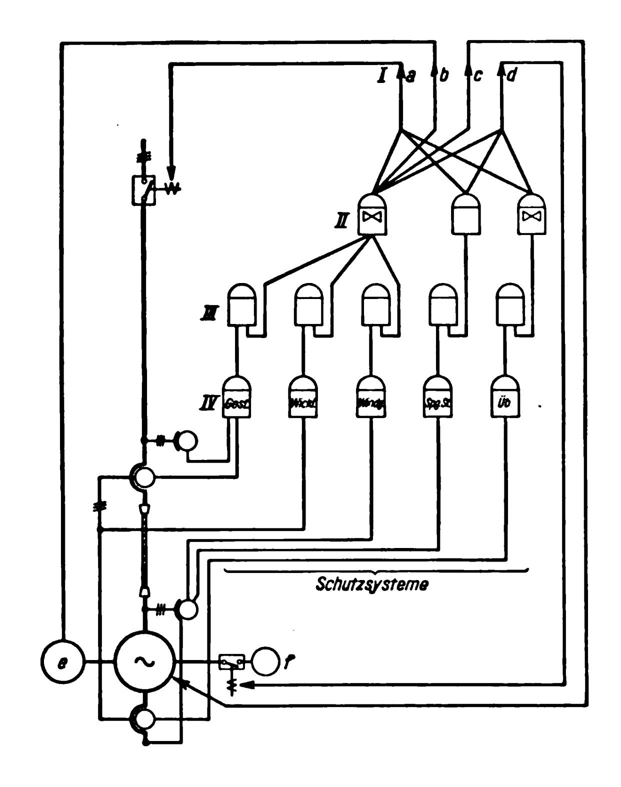
Apparate und Stromrichter.

621. 313 : 621. 316. 9 **Bedeutung und Aufbau des Schutzes elektrischer Maschinen.** — Es wird angeregt, die Anschaffungskosten nicht nur mit dem Anschaffungswert der geschützten Maschine oder des geschützten Anlageteiles, sondern auch mit dem durch die Betriebswichtigkeit der Maschine gegebenen Betriebswert zu vergleichen. In einer Zahlentafel werden die ungefähren Kosten des Schutzes von Generatoren bzw. von Einheiten von Generator und Transformator für verschiedene Leistungsbereiche in % bezogen auf den Gesamtwert des jeweils geschützten Anlageteiles zusammengestellt. Es ergibt sich, daß bei kleineren Leistungen der Aufwand an Schutzeinrichtungen im Mittel etwa 6 % des Anschaffungspreises des geschützten Anlageteiles nicht überschreiten dürfte, während bei großen und größten Leistungen der entsprechende Prozentwert auf etwa 1,5 % und darunter sinkt.

Die mittelbaren und unmittelbaren betriebstechnischen und wirtschaftlichen Vorteile, die sich bei Eingreifen des Schutzes im Fehlerfall ergeben, können folgendermaßen zusammengefaßt werden:

1. die Auswirkung des Fehlers auf den Betrieb der Anlage wird soweit wie möglich unterbunden,
2. die Zerstörung innerhalb der Maschine wird denkbar klein gehalten,
3. die Instandsetzungskosten und die betriebliche Ausfallzeit der Maschine werden klein.

Aus der Praxis werden drei besonders bemerkenswerte Fehlerfälle näher erläutert, bei denen der Schutz die oben angedeutete Wirksamkeit erweisen konnte. In dem die wirtschaftlichen Vorteile des Schutzes behandelnden Teil wird noch die allgemeine volkswirtschaftliche Bedeutung desselben hervorgehoben und auch die versicherungstechnische Seite kurz gestreift. Die hauptsächlichen Gefahrenmöglichkeiten, die den Ständern von Wechselstrommaschinen im Betriebe drohen, werden kurz zusammengestellt und die technischen Auswirkungen der Fehler bei einer ungeschützten Maschine behandelt.



I zu den Schutzwirkungs-Vorrichtungen *II* Betätigungsrelais
III Fehlermelderelais *IV* Fehlerüberwachungsrelais
a Generatorschutz *b* Stillsetzen *c* CO_2-Schutz *d* Entregung
e Antriebsmaschine *f* Erregermaschine

Abb. 3. Schematische Gliederung eines Schutzes.

Die Maschinen müssen mit zweckentsprechenden Schutzeinrichtungen ausgerüstet werden. Technisch und somit auch wirtschaftlich wird die höchste Wirkung erzielt, wenn für jede Hauptfehlerart ein eigenes Schutzsystem vorgesehen wird. Der grundsätzliche Aufbau eines Schutzes ist aus Abb. 3 zu erkennen, die schematisch die waagerechte und senkrechte Gliederung eines Schutzes darstellt. Es wird an Hand eines Beispiels begründet, daß es falsch ist, die eine oder andere Schutzart wegzulassen.

Eine möglichst weitgehende Schutzanwendung auch bei kleineren Maschinenleistungen wird empfohlen und auch der nachträgliche Einbau von Schutzeinrichtungen bei älteren Maschinen vorgeschlagen. [E. Bopp, Siemens-Z. 15 (1935) S. 105.] *Sb.*



Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 784. 082. 63 **Ein verbessertes elektrothermisches Meßgerät.** — Bei dem von dem Verfasser angegebenen elektrothermischen Leistungsmesser mit Zwiemetallmeßwerk[1]) hatten sich verschiedene Mängel als störend herausgestellt, die bei einer neuen Bauart vermieden sind. Das neue Meßgerät (Abb. 4) enthält einen kleinen Wandler M, der von der Netz-Wechselspannung erregt wird. Die Ausgangsseite von M ist über zwei gleich große Wirkwiderstände R_1 und R_2 geschlossen. Durch die Widerstände fließt ein Strom i, der proportional der Netzspannung U ist. Der Strom I des Stromverbrauchers wird der Mitte der Ausgangswicklung von M zugeführt. Der Strom teilt sich hier in zwei Hälften, von denen je eine durch eine Wicklungshälfte und einen der Widerstände fließt. Die Teilströme vereinigen sich wieder bei C. In dem einen Widerstand fließt ein Gesamtstrom $i + 0{,}5\,I$, im anderen dagegen $i - 0{,}5\,I$. Die Differenz der Stromwärmen dieser Widerstände ist ein Maß für die Leistungsaufnahme des Verbrauchers.

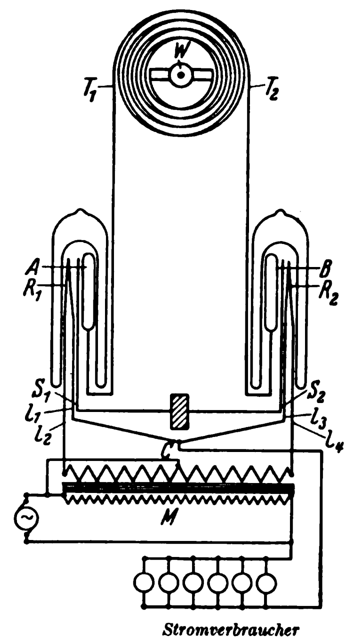


Abb. 4. Elektrothermischer Leistungsmesser.

Die Heizwiderstände R_1 und R_2 geben ihre Stromwärme im wesentlichen durch Wärmeleitung an die mit Flüssigkeit gefüllten Metalldosen A und B ab. An jede Metalldose ist eine Metallkapillare angelötet, die in eine spiralförmig aufgewickelte Metallröhre (Schinzsche Federröhre) mündet, wie sie als Antrieb für Druckmesser benutzt wird. Das Röhrensystem ist auch mit Flüssigkeit gefüllt. Wird der Flüssigkeitsbehälter A geheizt, so steigt der Flüssigkeitsdruck. Infolgedessen führt das Federrohr T_1 eine Bewegung aus, die auf die Drehachse W eines Zeigers übertragen wird. Ebenso arbeitet das Meßwerk B, nur sucht das Federrohr T_2 die Drehachse in entgegengesetztem Sinne zu drehen, so daß bei Temperaturgleichheit der beiden Meßwerke der Zeigerausschlag Null ist.

Um Wärmeverluste durch Strahlung und Mitführung zu vermeiden, sind die Flüssigkeitsspeicher A und B von einem doppelwandigen, innen versilberten Glasgefäß (Dewarflasche) umgeben. Die aus Metall hoher Wärmeleitfähigkeit bestehenden Wärmenebenschlüsse S_1 und S_2 sollen die Wärmeabfuhr aus den Speichern beschleunigen. Durch S_1 und S_2 kann die Zeitkonstante des Gerätes auf mindestens 60 min eingeregelt werden. Sie hat bei dem neuen Gerät für steigende und sinkende Belastung denselben Wert. Die Wärmenebenschlüsse werden nur eingebaut, wenn eine kleine Zeitkonstante verlangt wird. Meist kann eine genügend schnelle Abkühlung durch passende Bemessung der Stromleiter l_1, l_2, l_3 und l_4 erreicht werden.

Die Prüfung von mehreren 500 W-Geräten ergab ein Drehmoment von mehr als 30 gcm für 1 Winkelgrad Verdrehung der Federröhre, d. i. der zwölffache Wert des Drehmoments des früheren Gerätes mit Zwiemetallmeßwerk. Die Skala des neuen Leistungsmessers ist im ganzen Meßbereich gleichförmig. Die Form der Eichkurve des Leistungsmessers kann durch die Wahl der Füllflüssigkeit, durch die Wahl der Wärmeisolation und durch die Wärmenebenschlüsse S_1 und S_2 beeinflußt werden. Schwankungen der Netzspannung, der Raumtemperatur und des Leistungsfaktors sollen nur einen vernachlässigbar geringen Einfluß auf die Anzeige des Gerätes haben. [P. M. Lincoln, Electr. Engng. 54 (1935) S. 474.) *Rsk.*

[1]) P. M. Lincoln, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. 47 (1918) S. 189.

Installation.

621. 355 **Ladung von Akkumulatorenbatterien.** — Der Verfasser gibt einen Überblick über die verschiedenen Möglichkeiten der Ladung von Akkumulatorenbatterien. Zu der gerade in letzter Zeit umstrittenen Theorie der Bleiakkumulatoren nimmt er insoweit Stellung, daß er die Theorie der „doppelten Sulfatation", wie die von Gladstone und Tribe s. Z. aufgestellt wurde,

$$PbO_2 + 2H_2SO_4 + Pb \underset{\text{Ladung}}{\overset{\text{Entladung}}{\rightleftarrows}} PbSO_4 + 2H_2O + PbSO_4$$

als zum mindesten maßgeblich in ihrer Wirkung anerkennt.

Es bestehen jedoch verschiedene andere Einflüsse, die sich während der Ladung bemerkbar machen und die durch die Formel nicht gekennzeichnet werden. Die Säurekonzentration in den Platten erreicht während der Ladung einen viel höheren Betrag, als der Dichte des freien Elektrolyten entspricht. Hierdurch wird eine höhere elektromotorische Gegenspannung bei der Ladung verursacht. Die schwerer zugänglichen Teile werden infolge der langsamen Diffusion erst ganz zuletzt vollgeladen. Die Verzögerung der Ladung durch hohe Säurekonzentration ist besonders merklich bei der Negativen.

Die während der Ladung auftretende Erwärmung wird hervorgerufen 1. durch den Widerstand ($J^2 \cdot R$), 2. durch chemische Reaktionen (z. B. Verdünnungswärme der entstehenden Schwefelsäure) und 3. durch eine noch nicht ganz klargestellte Ursache, die nach Angabe des Verfassers in der Bildung und Zerfall von Ozon an der positiven Platte gesucht werden könnte. Auch wird von Bildung von atomarem Wasserstoff an der negativen Platte gesprochen. Jedenfalls ist der schnelle Temperaturanstieg nach Gasungsbeginn bekannt.

Der Wirkungsgrad wird in drei verschiedenen Ausdrucksweisen angegeben: 1. Spannungswirkungsgrad, 2. Amperestunden-Wirkungsgrad und 3. Wattstunden-Wirkungsgrad. Der Verlust durch Gasung hängt ganz von den Ladebedingungen ab. Wenn der Verlust durch Selbstentladung beispielsweise bei starken, kurzen Entladungen vernachlässigt werden kann, kann der Ah-Wirkungsgrad dicht an 100 % durch sorgfältige Ladung unterhalb der Gasspannung gebracht werden.

Die nun folgenden Ausführungen gehen auf die verschiedenen Ladeverfahren ein. Allgemein wird betont, daß jede Stromstärke angewendet werden kann, die nicht allzu starkes Gasen oder zu hohe Temperaturen verursacht. Bei dem Ladeverfahren nach Amperestundenzähler kann nach einem empirischen Gesetz die Stromstärke in Ampere dem Betrag der noch hineinzuladenden Amperestunden entsprechen. Dieses Verfahren verlangt eine dauernde Überwachung und Einstellung der Stromstärke.

Die Schnelladung von konstanter Spannung kann die Batterie bei Einstellung auf 2,4 V je Zelle in 4 h völlig aufladen[1]). Es ist auch möglich, bei niedrigerer Ladespannung als 2,4 V, beispielsweise auch 2,15 V, die Batterie völlig aufzuladen.

Die Ladung mit konstantem Strom wird angewendet, wenn der Strom nicht größer ist, als er zu Beendigung einer Ladung angemessen erscheint. Schließlich wird auch mit abgestuftem Strom geladen, indem man mit höheren Strömen beginnt und bei Beginn der Gasentwicklung den Strom herabsetzt.

Eine Bestimmung zur Beendigung der Ladung ist die Messung der Amperestunden, indem man denselben Betrag, der entnommen worden ist, mit einem bestimmten Zuschlag (etwa 15 %) wieder hineinlädt.

Zur Vermeidung von Fehlern ordnet man im allgemeinen Ausgleichsladungen nach gewissen Zeiten an. Hierdurch wird jede Platte in jeder Zelle mit Sicherheit in einen vollen Ladezustand gebracht. Es ist dies besonders wichtig für die negativen Platten. Auch Ungleichheiten im Zustande der Platten werden hierdurch beseitigt.

Zur selbsttätigen Beendigung der Ladung werden verschiedene Verfahren angegeben. Es werden Spannungsrelais verwendet. Man benutzt hierzu den Punkt, in welchem die Gasung beginnt und die Spannung schnell ansteigt, also z. B. die Spannung zwischen 2,35 und 2,4 V je Zelle. Man kann bei Erreichung dieses

[1]) ETZ 53 (1932) S. 716.

Punktes ein Uhrwerk in Gang setzen und für eine bestimmte Laufzeit einstellen, nach welcher sodann die Ladung abgeschaltet wird. Weiter werden die Verfahren besprochen, die auch in Deutschland Verbreitung gefunden haben, nämlich Floatingladung und Tropfenladung (Trickle Charge).

Eine andere Art ist die, daß der veränderliche Belastungsstromkreis dauernd mit der Batterie verbunden ist, während die Ladequelle nur in mehr oder weniger häufigen Unterbrechungen zur Verfügung steht, beispielsweise bei dem Zugbeleuchtungssystem der Eisenbahn. Eine konstante Spannung des Ladegenerators wird auch hier angewendet.

Einige schwierige Fälle für die Anwendung von selbsttätiger Ladung sind folgende: Bei Eisenbahnsignaleinrichtungen ist die Belastung nur gelegentlich mit unregelmäßigen Zwischenräumen. Der Ladestrom wird hier so eingestellt, daß die Verluste in der Batterie ersetzt werden zuzüglich eines gewissen Wertes für die durchschnittliche Belastung. Die genaue Spannung, die zum Ersatz des verbrauchten Stromes nötig ist, wird sodann später nach einiger Laufzeit eingestellt, wobei die verschiedene Jahrestemperatur berücksichtigt werden muß. — In Telephonanlagen ist die Belastung mehr oder weniger veränderlich. Wenn der Mittelwert bestimmt werden kann, kann die Leistung der Ladestromquelle auf diesen Mittelwert eingestellt werden zuzüglich einer Tropfenladung für die Batterie.

Schließlich kann eine selbsttätige Kontrolle mittels Amperestundenzählers durchgeführt werden. Es wird ein zweistufiger Widerstand zwischen Ladequelle und Stromkreis geschaltet. Mittels zweier Hilfskontakte wird bei Anzeige des Amperestundenzählers auf Vollladung der Minimalstrom und bei Anzeigung einer größeren Entnahme der Höchststrom eingeschaltet. Die notwendige Überladung ist hierbei mit eingerechnet. Hierbei ist es möglich, den Dauerladestrom zur Beseitigung der Selbstentladung über einen hochohmigen Widerstand direkt in die Batterie unter Umgehung des Amperestundenzählers fließen zu lassen. Bei dieser Ladungskontrolle ist eine gewisse Überladung notwendig. — Eine andere Art von Zweistufenentladung kann durch ein Spannungsrelais ausgeführt werden, die im Aufsatz näher beschrieben wird. Schließlich kann bei dieser Anordnung mit einem konstanten Ladestrom gearbeitet werden, der bei Erreichung der Gasspannung gänzlich abgeschaltet wird und sich nach Bedarf wieder einschaltet.

Die Kontrolle, ob durch diese selbsttätigen Einrichtungen die Ladung richtig vor sich geht, ist 1. durch die Beobachtung des spezifischen Gewichtes des Elektrolyten gegeben und 2. durch die Wassermenge, die nachgefüllt werden muß. Eine neuere Einrichtung zur Kontrolle ist das sogenannte Floatmeter, das die mittlere Spannung an den Batterieklemmen über eine gewisse Zeitdauer angibt. Das Floatmeter ist ein elektrolytischer Zähler (entsprechend dem Stia-Quecksilberzähler). Die abgeschiedene Menge Quecksilber dividiert durch die Ablesezeit ergibt die durchschnittliche Spannung.

Durch die Ausrüstung von Kraftwagen mit verschiedenen Zusatzeinrichtungen, die einen Stromverbrauch über das früher übliche Maß, das für Zündung und Beleuchtung nötig war, verursachen, haben Einrichtungen zur Überwachung des Ladestromes auch hier nötig gemacht, einmal die Spannungsregelung des Generators an Stelle der Dreibürstenmaschine und ferner Ladung mit zwei verschiedenen Stromstärken je nach der Batteriespannung. Auch muß eine Spannungsregelung entsprechend den Winter- und Sommertemperaturen angewendet werden. [J. Lester Woodbridge, Electr. Engng. 54 (1935) S. 513.] *Cl.*

621. 316. 364 **Stahlblech-Verteilungsgruppen.** — In Industrieanlagen, gewerblichen Betrieben, Kellern, Schuppen u. ä. werden schon seit Jahren gußeiserngekapselte Verteilungen mit großem Erfolg verwendet. Dagegen werden Verteilungen in trockenen Räumen noch oft mit Marmortafeln hergestellt, trotz aller Mängel, die dieser Ausführungsart anhaften. Es lag daher nahe, auch für diese Installationen ein Verteilungssystem zu entwickeln, das baukastenmäßig aufgebaut wird. Das neue BG-System besteht aus einer Anzahl fabrikmäßig hergestellter Gruppen mit Sicherungen, selbsttätigen Ausschaltern und Klemmen, die abgestimmte Abmessungen und gleichartige Form haben. Es ist möglich, auf einfache und billige Weise aus diesen Gruppen geschmackvolle und zweckmäßige Verteilungen beliebiger Größe und Anordnung handwerkmäßig zusammenzustellen. Der Platzbedarf ist gering. Die Verwendung in Wandnischen für Unterputzanlagen bringt keine Schwierigkeiten, da die Klemmen auf der Vorderseite zugänglich sind, und die Leitungen bequem angeschlossen werden können. Alle spannungführenden Teile werden durch Stahlblechkappen abgedeckt und dadurch nach dem Einbau jeder Berührung entzogen. Spätere Erweiterungen sind durch nachträglichen Anbau weiterer Gruppen möglich. Selbstverständlich können auch Zählertafeln angebaut werden. *Sh.*

Bergbau und Hütte.

621. 32 : 622 (41/42) **Neuere elektrische Handlampen im englischen Bergbau.** — Auch im englischen Kohlenbergbau hat man die Bedeutung einer guten Beleuchtung unter Tage im besonderen für den Abbau erkannt. Die Gründe hierfür stimmen im wesentlichen mit unserer deutschen Auffassung überein. Man ist der einheitlichen Meinung, daß die Hauptursache für das Augenzittern des Bergmannes (Nystagmus) auf schlechte Beleuchtung zurückzuführen ist[1]), daß bessere Beleuchtung die Reinheit der geförderten Kohle verbessert, die Förderleistung erhöht und die Zahl der allgemeinen Unfälle verringert.

Die alten Arten der englischen Handlampen erfüllten noch nicht einmal die vom Bergbaugesetz damals gestellten geringen Forderungen an Lichtstärke, daher wurden auf Grund von Untersuchungen vor einiger Zeit neue Richtlinien für Handlampen aufgestellt. Bemerkenswert ist, daß vom Jahre 1929 bis 1933 die Zahl der Flammen-Handlampen von 51,3 % auf 40,9 % abgenommen hat, während die Zahl der elektrischen Handlampen von 47,1 % auf 54,7 % und die der Mützenlampen (bei uns auch Kopflampen genannt) sogar von 1,6 % auf 4,4 % zugenommen hat. Die Ursache für das letztere wird in dem Vorteil des Freilassens der Hände, der besseren Konzentrierung des Lichtes auf die Arbeitsstelle und in der festgestellten Abnahme des Augenzitterns infolge Verringerung der Blendung gesehen. Im deutschen Kohlenbergbau sind sie wegen der tiefen und daher wärmeren Schachtanlagen als Arbeitslampen weniger im Gebrauch, da sich der Bergmann hier bei der Arbeit möglichst jeder Bekleidung zu entledigen sucht, während sie sich als Beamtenlampen auf vielen Zechen gut eingeführt haben.

Die neuen Richtlinien für elektrische Hand- und Kopflampen sind im wesentlichen etwa folgende: Nach neunstündiger Brenndauer soll die mittlere räumliche Lichtstärke für Kopflampen wenigstens 0,4, für Handlampen 0,75 Kerzen betragen, wobei die mittlere räumliche Lichtstärke für Bergwerkslampen etwa ⅚ der mittleren waagerechten Lichtstärke beträgt. Die mittlere Lichtstärke bei Handlampen über den waagerechten Winkelbereich der Lichtverteilung soll wenigstens 1,5 Kerzen sein, während Kopflampen wenigstens 1 Kerze nach jeder Richtung innerhalb eines Raumwinkels von 100° geben sollen.

Der Akkumulator soll folgender Prüfung unterzogen werden: Nachdem er fünfmal entladen und wieder aufgeladen worden ist, ruht er eine halbe Stunde; dann wird er mit einer konstanten Stromstärke entladen, die dem höchsten zulässigen Verbrauch der zugehörigen Birne entspricht. Während der Stromentladung wird die jeweilige Spannung bei Beginn und stündlich während der neun Stunden gemessen. Ebenso werden die gemessenen Gewichte des Elektrolyts am Anfang und Ende der Prüfung notiert.

Die nach unserer Ansicht sehr geringen lichttechnischen Forderungen werden von den neuen englischen Lampen, die wie unsere alkalischen Handlampen etwa 3 bis 4 Kerzen bei Beginn und noch etwa 2 Kerzen am Ende der Schicht haben, zwar reichlich erfüllt, die Beleuchtungsstärke an der Arbeitsstelle in etwa 3 Fuß (rd. 1 m) Entfernung ist aber auch nach Ansicht des Engländers zu gering, besonders auch, da bei dem geringen Reflexionsvermögen der Kohle, 4 bis 10 % (nach unseren Feststellungen 1 bis 5 %), nur das direkte Licht zur Geltung kommt.

Um eine genügende Beleuchtungsstärke für die Arbeit des Bergmannes zu erreichen, wird englischerseits eine

[1]) Truhel, Bergbau 42 (1929) S. 661 u. Doktordissertation von H. Hiepe, S. 15. T. H. Berlin.



Lampe von 27 Kerzen vorgeschlagen, die jedoch wegen des Blendens als unzweckmäßig im Gebrauch bezeichnet wird. In Deutschland sind wir seit längerer Zeit daran gewöhnt, eine Lampe nicht mehr nach ihrer Kerzenstärke, die in den verschiedenen Richtungen jeder Lampe verschieden ist, sondern nach ihrem Gesamtlichtstrom zu beurteilen, ferner ist die Beleuchtungsstärke einer Arbeitsfläche nicht nur von der Stärke der Lichtquelle, sondern von ihrer Entfernung, Lage, ihrer Armatur usw. abhängig, auch ist die Erscheinung des Blendens nach unseren Erfahrungen nicht so sehr die Folge der Stärke der Lichtquelle als vielmehr der Leuchtdichte, das ist das Verhältnis von Lichtstärke zur leuchtenden Oberfläche der Lichtquelle. Unsere seit Jahren auch im Kohlenbergbau eingeführte Starklichtbeleuchtung mit ortsfesten Lampen vor Ort hat bisher die besten Erfolge gezeitigt. Sie findet in immer ausgedehnterem Maße Eingang, weil die Handlampen für die Beleuchtung der Arbeitsstelle nicht ausreichend sind und bei tragbarem Gewicht auch nicht ausreichend gemacht werden können.

Eine im englischen Bergbau neu eingeführte Lampe ist eine für 4 V mit Bleiakkumulator, die man aus der früheren 2 V-Lampe dadurch leistungsfähiger erhalten hat, daß man den Akkumulator mit zwei Zellen versehen und vergrößert hat. Dies ist bei der sonstigen Beibehaltung der äußeren Abmessungen durch eine Verlängerung nach unten geschehen, wodurch nur die Glühbirne, der Akkumulator und der Akkumulatorentopf unter Beibehaltung des Oberteils ersetzt zu werden brauchten.

Eine zweite Lampe ist eine Nickel-Kadmium-Lampe. Zum Laden wird ein Ladeschalter verwendet. Eine Lampe ist als Mützenlampe mit Nickel-Eisen-Batterie ausgebildet. Infolge ihres Reflektors ergibt sie 26 Kerzen als Höchstwert. Das Kopfstück besteht aus Bakelit und besitzt einen Schalter und eine zweifädige gasgefüllte Birne für den Fall, daß ein Faden durchbrennt.

Daß die elektrische Grubenlampe keine Schlagwetter anzeigen kann, wird auch im englischen Bergbau als starker Mangel empfunden. Man rüstet auch hier, wie bei uns, besondere Feuerwehrmänner, bei uns Wettermänner genannt, mit Flammensicherheitslampen aus, um beim Rundgang die Grube auf Schlagwetter zu untersuchen. Auch den Bedienungsleuten für elektrische Anlagen gibt man solche Lampen, damit sie bei Feststellung von Schlagwettern die elektrischen Anlagen abschalten. Besonders gute Erfahrungen hat man damit jedoch nicht gemacht, da die meist jungen Burschen von 16 und 17 Jahren nicht richtig gelernt haben, Schlagwetter mit der Lampe festzustellen, so daß sie erst bei 2 % Schlagwetter etwa auf sie aufmerksam werden.

Auch besondere Schlagwetteranzeiger in Verbindung mit der elektrischen Handlampe und auch getrennt von ihr sind im Gebrauch, sie erübrigen jedoch die täglichen Untersuchungen des Feuerwehrmannes nicht. Als besonders praktisch wird der Ringrose-Schlagwetteranzeiger angesehen. Er beruht darauf, daß ein Glühfaden in einem porösen Topf, der noch mit doppelter Gaze umkleidet ist, durch einen elektrischen Strom zum Glühen gebracht wird, das Gas dringt in den Topf ein, verbrennt und bildet dort ein mehr oder weniger starkes Vakuum. Der dadurch entstehende Unterdruck wird auf eine Membran übertragen, die durch ihre Durchbiegung einen elektrischen Kontakt betätigt, damit den Stromkreis einer roten Glühlampe schließt und sie zum Brennen bringt. Damit die Lampe nicht sofort wieder verlischt, wird gleichzeitig bei den neueren Ausführungen ein Relais betätigt, das den Stromschluß der Lampe so lange aufrecht erhält, bis er durch einen Druckknopf wieder unterbrochen wird. Der Glühfaden muß für jede Schicht erneuert werden. Die Einrichtung ist in eine normale Handlampe eingebaut, ist von kräftiger Bauart und soll sich gut bewährt haben. Unsere erprobten und bekanntesten Schlagwetteranzeiger beruhen bekanntlich nicht auf diesem Prinzip. Es empfiehlt sich, mit dieser Einrichtung einen Versuch zu machen. [T. R. Barnard, Electr. Rev. 116 (1935) S. 15.] *C. Tr.*

Fernmeldetechnik.

621. 385. 1 + 621. 396. 694 **Ganzmetall-Empfangsröhren.** — In den V. S. Amerika sind neue Ganzmetallröhren entwickelt worden, bei deren Aufbau Glas nahezu vollständig vermieden und nur noch unmittelbar an den Durchführungen verwendet wurde. Da die Hülle metallisch ist, kann man mit der Abschirmung viel weiter kommen. Praktisch beträgt die Gitteranodenkapazität etwa ein Drittel des bisherigen Wertes. Die Außenhülle hat einen Durchmesser von 27 mm und eine Stärke von ½ mm. Sie wird beim Gleichrichterrohr direkt als Anode verwendet. Die Länge der größten der neuen Röhren beträgt nur 77 mm. Die Entwicklung der neuen Röhren wurde erst durch die neue Legierung Fernico sowie durch die Röhrensteuerung des Schweißvorganges ermöglicht. [Electronics 8 (1935) S. 116.] *Kur.*

Werkstatt und Baustoffe.

621. 317. 082. 7 : 621. 79 **Die Messung von metallischen Überzügen durch Elektrolyse.** — Wird ein Probekörper aus verzinktem Eisendraht in eine Zinksalzlösung gebracht und mit der Anode verbunden, so vollzieht sich die Elektrolyse mit löslicher Anode; die Kathode wird dabei so angeordnet, daß die Stromdichte an der Anode überall gleich ist. Solange reines Zink in die Lösung übergeht, bleibt die Spannung unverändert, während sie zunimmt, wenn die Zink-Eisen-Legierung anfängt aufgelöst zu werden, um einen bestimmten konstanten Wert anzunehmen, wenn diese Auflösung ganz erfolgt ist. Aus der Oberflächengröße der Probe, der Zeit für die Auflösung und der Stromstärke kann man auf die Dicke der Zink- oder Zwischenschicht schließen. Die gleiche Untersuchung kann man auch bei Nickelüberzügen machen. Man kann sich dieses Verfahrens jedoch nur dann bedienen, wenn das Potential des Überzugmetalles größer ist als das des Grundmetalles, denn nur in diesem Falle wird sich die Auflösung des Schutzmetalles bis zum Ende vollziehen. Für die Untersuchung von Metallüberzügen mit einem niedrigeren Potential wurde folgendes Verfahren entwickelt: Die Probe bekannter Oberfläche wird in den Elektrolyten gebracht und mit der Anode verbunden. Die Kathode wird so angeordnet, daß die Stromdichte auf der ganzen Anodenfläche gleich ist. Als Elektrolyten wählt man die Lösung eines neutralen Salzes unter Zusatz eines Stoffes, das mit dem Grundmetall eine Farbreaktion eingeht, aber nicht mit dem Schutzmetall. Eine Färbung findet dabei nicht statt, solange der Überzug beständig ist. Kommt der Elektrolyt aber zum mindesten an einer Stelle mit dem Grundmetall in Berührung, so vollzieht sich eine Färbung. Bezeichnet man die Anodenfläche mit p, die Stromdichte mit I, die Zeit bis zum Auftreten der ersten Färbung mit t, das elektrochemische Äquivalent des Schutzmetalles mit e, so ergibt sich für V als Mindeststärke des Überzuges: $V = e\,I\,t/p$. Einige Zeit nach Auftreten des ersten Fleckens nimmt man den zweiten, den dritten usw. wahr und schließt aus der Zeit und Stromdichte auf die Beschaffenheit der Überzüge. Als Reagensstoffe wählt man für Eisen mit Kupferüberzug Dimethylglyoxim, ebenfalls für Nickel mit Chromüberzug, für Eisen mit Zinnüberzug Kaliumferrizyanid, für Kupfer mit Silberüberzug Kaliumferrizyanid, ebenso für Kupfer mit Goldüberzug Phosphomolybdänsäure. [A. Glazunow, Chim. et Ind. 33 (1935), Sonderheft I, Sonderdruck S. 1/4.] *Kp.*

621. 367 : 621. 78 **Ein elektrischer Durchlaufofen für Härtezwecke.** — Durchlauföfen bieten in bautechnischer Beziehung keine Schwierigkeiten, wenn die zu behandelnden Metallstücke in Form und Gewicht annähernd übereinstimmen. Anders liegen die Verhältnisse, wenn die Stücke uneinheitlich sind. Ein neuer Ofen hat es sich zum Ziel gesetzt, auch Metallstücke von stark voneinander abweichenden Abmessungen und Gewichten behandeln zu können, nämlich von Stücken zwischen 0,1 und 100 kg Gewicht. Es kam darauf an, die Baukosten für den Ofen möglichst niedrig zu halten und alle Teile zugänglich für die Ersetzung bzw. Ausbesserung der Fördereinrichtung zu machen. Der Ofen ist als langer Kanalofen gebaut mit breiter, aber verhältnismäßig niedriger Ofenkammer. Die Heizkörper befinden sich im Gewölbe und Boden, sie lassen sich auch bei voller Ofentemperatur während des Betriebes erneuern. Man hat zwei Gruppen von Heizkörpern vorgesehen, die beide mit einem selbsttätigen Temperaturregler ausgestattet sind. Sie können beide für sich eingeschaltet werden, damit man die Temperaturabstufung vornehmen kann, die gerade für den jeweiligen Zweck angebracht ist. Eigenartig ist die Förderung der Stücke durch den Ofen. Am Beschickungsende werden die Stücke auf Platten aus einem wärmebestän-

digen Werkstoff aufgelegt. Die Platten selbst von rd. 1200 · 250 mm ruhen auf Schienen aus Chromnickelstahl, die längs des ganzen Ofenkammbodens liegen. Die seitlichen Enden der Platten ragen in Kanäle innerhalb der Seitenwände des Ofens, in denen sich die Glieder für die Hin- und Herbewegung befinden. Diese Glieder sind mit schrägen Haken versehen der Art, daß sie bei der Vorwärtsbewegung die Platten ergreifen und vorschieben, bei der Rückwärtsbewegung aber unter ihnen hinweggleiten. Auf die Weise bewegen sich die Platten mit dem Wärmegut durch den ganzen Ofen. Am Austrittsende des Ofens befinden sich 2 Rutschen: die eine ist für das Wärmegut, das in einen Abschreckbehälter gestürzt wird, während die andere dazu dient, die Platten auf eine Fördervorrichtung gleiten zu lassen, die sich unter dem Ofen bewegt und die Platten zum Beschickungsende wieder zurückbringt, wo sie von neuem mit Wärmegut beschickt werden können. Der Ofen arbeitet wirtschaftlich befriedigend. So beträgt für eine Beschickungsmenge von 825 kg bei 675° der Stromverbrauch nur 233 kWh/t. Die gewöhnliche Ausbeute ist 500 kg/h. Die Fördergeschwindigkeit ist einstellbar. Die Förderglieder und die Kette unter dem Ofen werden durch einen gemeinsamen Motor angetrieben. [L. Högel, Asea-J. 12 (1935) S. 38.] *Kp.*

621. 367 : 621. 791 **Ummantelung der Elektroden zwecks Erhaltung einer zähen Schweißnaht.** — Es ist eine bekannte Tatsache, daß man eine zähere Schweißnaht erzielen kann, wenn die Naht beim Schweißen mit Gasen, wie z. B.: Metan, Wasserstoff, Ammoniak u. a., geschützt wird. Eine solche Art der Schweißung ist aber sehr umständlich, weil die Gase mit Schläuchen zugeführt werden müssen und besondere Elektrodenhalter erforderlich sind.

In UdSSR hat man eine Ummantelung von 0,75 bis 1 mm Dicke aus essigsaurem Natron und Natriumkalk zusammengestellt. Statt des Natriumkalkes kann auch gelöschter Kalk verwendet werden. Bei einer solchen Mischung der beiden Elemente wird beim Erhitzen Metan ausgeschieden, wobei Soda und Kreide zurückbleiben:

$$3\,NaCH_3COO + NaOH + Ca(OH)_2 = 2\,Na_2CO_3 + CaCO_3 + 3\,CH_4.$$

Es wurden verschiedene Versuche auf Zerreißfestigkeit, Biegung und Schlag mit einer Anzahl von Stäben durchgeführt, und dabei hat man festgestellt, daß in der Naht Gasblasen zylindrischer und kugeliger Form zurückbleiben. Beim Arbeiten mit kleinen Stromstärken (130 bis 150 A) konnte aber die Anzahl der Blasen stark herabgesetzt werden.

Die Ergebnisse der Versuche lauten wie folgt:

1. Eine Naht, die mit obenerwähnten ummantelten Elektroden geschweißt wird, ist fester und zäher als eine Naht, die mit kahlen Elektroden geschweißt ist.
2. Eine Schweißnaht in senkrechter Lage ergibt bessere Ergebnisse als in waagerechter Lage.
3. Die Schweißung muß aber mit kleineren Stromstärken vorgenommen werden.
4. Die Ummantelung kann beim Schweißen von Eisenkonstruktionen, von Behältern ohne Druck usw. empfohlen werden; bei Kesseln ist nur eine senkrechte Schweißung zulässig.
5. Die Ummantelung muß aus 2 Teilen $NaCH_3COO$ und 1 Teil $NaOH + Ca(OH)_2$ bestehen.

[Awtogennoe Delo (1935) H. 2.] *T. S.*

620. 1 **Norbide, ein sehr harter Werkstoff.** — Unter dem Namen „Norbide" wird ein Borkarbid B_4C in sehr reiner Form hergestellt, dessen Härte zwischen 13 und 15 der Mohs-Skala liegt, also dicht beim Diamanten. Die Druckfestigkeit ist mit 18 000 kg/cm² außerordentlich hoch, das spezifische Gewicht gering, nämlich 2,52. Norbide widersteht stärksten Säuren und Laugen und verträgt Temperaturen bis nahe an 1000° C ohne Oxydation. Es läßt sich bei hohem Druck und hoher Temperatur ohne weiteres schmelzen und wird in fertige Werkstücke gegossen oder als Pulver geliefert. Ein wichtiges Anwendungsgebiet hat sich in den Sandstrahldüsen ergeben, deren Formbeständigkeit durch Norbide gegenüber Eisen mehrhundertfach steigt. Norbidepulver dient z. B. zum Schleifen und Läppen von Hartmetallen. [Werkst.-Techn. (1935) H. 10, S. 197.] *nkl.*

AUS LETZTER ZEIT.

Neues elektrisches Versuchsdorf. — Um brauchbare Unterlagen über die wirtschaftliche Verwendung elektrischer Geräte in der Landwirtschaft zu erlangen, wird mit Unterstützung des Kraftwerkes Wesertal das Dorf Frenke im Kreise Hameln-Pyrmont, nahe dem Bückeberg, voll elektrisiert. Ähnliche Versuche laufen z. Z. an verschiedenen Stellen Deutschlands; Frenke ist das Versuchsdorf für Niedersachsen. Die elektrischen Geräte, wie Herde, Wasserspeicher, Futterdämpfer usw., werden vom Kraftwerk Wesertal umsonst geliefert und unter Beachtung der Eigenart der einzelnen Hofbetriebe eingebaut. Eine hauswirtschaftliche Beraterin wird für die notwendige Schulung der Hofinsassen sorgen. Das Dorf ist nur von Bauern bewohnt und eignet sich daher besonders für den Versuchsbetrieb, der 1 Jahr lang dauern soll. Die Planung führt das Kraftwerk Wesertal in Gemeinschaft mit dem Reichskuratorium für Technik in der Landwirtschaft durch.

621. 315. 23. 004. 6 **Das Kriechen von unterirdischen Kabeln.** — In verschiedenen Teilen Englands ist beobachtet worden[1]), das Fernsprechkabel, die in Kanalzügen geführt sind, die Neigung zeigen, sich langsam aber stetig zu bewegen, und zwar in der gleichen Richtung, in der sich der Hauptteil des Straßenverkehrs über ihnen bewegt, d. h. auf der linken Straßenseite nach vorwärts. In mehreren Fällen haben sich Kabel etwa um 30 cm bewegt, wobei Lötstellen gegen die Mündung von Kanalöffnungen gedrückt wurden und brachen. Die Störung ist z. T. durch Schwingungen verursacht und vielleicht auch durch die schwache Welle, welche unterhalb eines schweren Fahrzeugs (das Luftreifen hat und deshalb keine Schwingungen im gewöhnlichen Sinne erzeugt) den Kanal entlang wandert; der Vorgang mag ähnlich sein wie bei einem Schwimmer in der Brandung, der auf der Stirn der fortschreitenden Welle vorwärts gleitet. Wie erwartet, ist die Unruhe durch den Übergang der Fahrzeuge von festen Reifen zu Luftreifen gemildert worden.

Die Erscheinung ist Gegenstand der Untersuchung mit dem Ziel, für ein Fahrzeug von bekanntem Gewicht und bekannter Geschwindigkeit eine Beziehung zwischen Schwingung und Kriechweg des Kabels zu finden. Man will dadurch einen Anhalt gewinnen, ob auf einer bestimmten Strecke mit dem Kriechen des Kabels zu rechnen ist, und es nötigenfalls durch Klemmvorrichtungen festlegen. *Bm.*

Großgleichrichteranlage für Japan. — Ein chemisches Werk in Japan wird demnächst die erste Großgleichrichteranlage im Fernen Osten aufstellen. Die Siemens-Schuckertwerke liefern die 8. Großgleichrichter mit insgesamt 20 000 kW, ferner die zugehörigen Transformatoren und die Schaltanlage.

150jährige Geburtstagsfeier der ersten deutschen Dampfmaschine. — Am 23. 8. 1935 jährt sich zum 150. Male der Tag, an dem die erste von deutschen Werkleuten aus deutschen Werkstoffen geschaffene Dampfmaschine auf dem König-Friedrich-Schacht bei Hettstedt im Mansfelder Bergbaugebiet zu dauernder gewerblicher Benutzung in Betrieb genommen wurde. Ein im Jahre 1890 vom VDI erstelltes Denkmal bezeichnet die Stelle auf der Gemeindeflur Burgörner bei Hettstedt, auf der ehemals die Dampfmaschine aufgestellt war. Zur Feier dieses Geburts- und Gedenktages des deutschen Dampfmaschinenbaues und zum Gedächtnis der Männer, die diese große technische Leistung vollbrachten, veranstaltet der Verein deutscher Ingenieure am Sonntag, den 25. 8. d. J., eine Gedenkfeier an dem Maschinendenkmal zu Burgörner.

Lehrgang für Zählereicher in Ilmenau. — In Gemeinschaft mit der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung veranstaltet die Ingenieurschule Ilmenau vom 15. 9. bis 5. 10. 1935 einen Zählereicherkurs für Anfänger und Fortgeschrittene[2]). Ausgehend von den Grundlagen wird die Zählereichtechnik eingehend durch Vorträge und Übungen behandelt. Für Fortgeschrittene wird der Stoff ausgedehnt auf Sonderzähler und Meßwandlerschaltungen.

[1]) Post Office electr. Engr. J. 28 (1935) S. 96.
[2]) Näheres durch die Direktion der Ingenieurschule Ilmenau.

VEREINSNACHRICHTEN.

AEF

Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen.

Berlin-Charlottenburg 9, Akazienallee 32.

Der AEF stellt die folgenden Entwürfe zu den Aufgaben

56, Spannungsverschiedenheiten in der Starkstromtechnik,
61, Sonderliste der Formelzeichen für den Elektromaschinenbau (Entwurf 2, vgl. ETZ 1932, H. 6),
66, Wärmeübertragung und
82, Allgemeine physikalische Konstanten und damit zusammenhängende Umrechnungsgrößen und Einheiten,

hiermit zur Erörterung.

Es steht jedem frei, sich an dieser Erörterung zu beteiligen. Zuschriften — spätestens bis zum 1. 1. 1936 — erbitte ich in doppelter Ausfertigung. Wallot.

Noch nicht endgültig.

Aufgabe 56. Spannungsverschiedenheiten in der Starkstromtechnik[1]).

1. Spannungsbezeichnungen im Zeigerdiagramm[2]) und in der komplexen Rechnung.

11. Spannungsfall ist der komplexe Unterschied zwischen dem Zeiger der Wechselspannung $\dot{U}_1$ am Anfang und dem Zeiger der Wechselspannung $\dot{U}_2$ am Ende einer Leitung oder einer Wicklung (eines „Leitungsgebildes"):

$$\dot{U}_f = \dot{U}_1 - \dot{U}_2 .$$

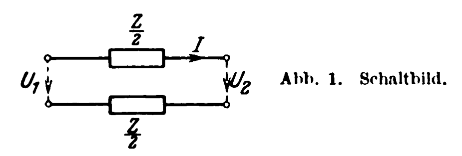


Abb. 1. Schaltbild.

In einem quasistationären Kreis (s. Abb. 1) ist er gleich dem Zeiger der Wechselspannung $\dot{U}_f = \dot{Z}\,\dot{I}$, welche der das Gebilde durchfließende Wechselstrom $\dot{I}$ an dessen Scheinwiderstand $\dot{Z} = R + \mathrm{j}\,X$ hervorruft. X ist positiv bei überwiegend induktivem $\dot{Z}$.

Der Betrag des Spannungsfalles ist $U_f = Z\,I$.

12. Zerlegung des Spannungsfalls in Komponenten nach dem Strom in einem quasistationären Kreise (vgl. Abb. 2).

121. Wirkfall ist die Komponente des Spannungsfalls in Richtung des Stroms. Er ist gleich dem Zeiger der Wechselspannung $\dot{U}_w = R\,\dot{I}$, welche der Wechselstrom $\dot{I}$ an dem Wirkwiderstand R hervorruft.
Sein Betrag ist $U_w = R\,I$.

122. Blindfall ist die Komponente des Spannungsfalls senkrecht zum Strom. Er ist gleich dem Zeiger der Wechselspannung $\dot{U}_b = \mathrm{j}\,X\,\dot{I}$, welche der Wechselstrom $\dot{I}$ an dem Blindwiderstand X hervorruft.
Sein Betrag ist $U_b = X\,I$.
Bei induktivem Scheinwiderstand Z, d. h. positivem X, ist der Blindfall in positiver Richtung um 90° gegen den Stromzeiger verdreht.

123. Streufall heißt der Blindfall, wenn es sich um einen Streublindwiderstand handelt.

13. Zerlegung des Spannungsfalls in Komponenten nach der Spannung (am Ende).

131. Längsspannungsfall $\dot{U}_L$ (abgekürzt Längsfall) ist die Komponente des Spannungsfalls in Richtung der Spannung am Ende des betrachteten Leitungsgebildes (auf der Abnehmerseite).

Zerlegt man den Strom nach der Spannung am Ende in seine beiden Komponenten

$$I_w = I \cos \varphi_2$$

und

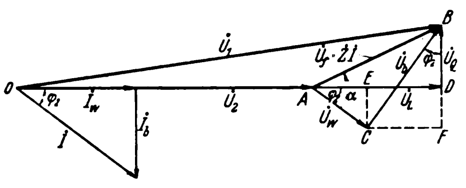
$$I_b = I \sin \varphi_2,$$

und zwar so, daß für den Fall eines nacheilenden Stromes

$$\dot{I} = I_w - \mathrm{j}\,I_b$$

ist (Abb. 2), so ist in einem quasistationären Kreise der Längsspannungsfall

$$U_L = R\,I_w + X\,I_b .$$



$OB = \dot{U}_1$ = Spannung am Anfang
$OA = \dot{U}_2$ = Spannung am Ende
$AB = \dot{U}_f = \dot{Z}\,\dot{I}$ = Spannungsfall
$AC = \dot{U}_w = R\,\dot{I}$ = Wirkfall
$CB = \dot{U}_b = \mathrm{j}\,X\,\dot{I}$ = Blindfall
$AD = AE + ED = RI_w + XI_b = U_L$ = Längsfall
$DB = FB - FD = XI_w - XI_b = U_Q$ = Querfall

$\mathrm{tg}\,\alpha = \dfrac{X}{R}$ $\quad$ $\mathrm{tg}\,\varphi_2 = \dfrac{I_b}{I_w}$

Abb. 2. Diagramm eines quasistationären Kreises für induktiven Scheinwiderstand Z und induktive Last am Ende.

132. Querspannungsfall $\dot{U}_Q$ (abgekürzt Querfall) ist die Komponente des Spannungsfalls senkrecht zur Richtung der Spannung am Ende des betrachteten Leitungsgebildes (auf der Abnehmerseite).
In einem quasistationären Kreise ist er

$$U_Q = X\,I_w - R\,I_b .$$

Für voreilenden Strom kehrt sich das Vorzeichen von I_b um.

2. Örtliche Verschiedenheiten der Spannung.

21. Spannungsunterschied U_u ist der Unterschied zwischen dem Betrage der Wechselspannung U_1 am Anfang eines Leitungsgebildes und dem Betrage der Wechselspannung U_2 an seinem Ende.

$$U_u = U_1 - U_2 .$$

Er wird in der Regel genügend genau durch den Betrag des Längsspannungsfalls angegeben.

211. Spannungsabstieg heißt der Spannungsunterschied, wenn zum Ausdruck gebracht werden soll, daß der Spannungsbetrag am Ende kleiner ist als am Anfang.

212. Spannungsanstieg heißt der Spannungsunterschied, wenn zum Ausdruck gebracht werden soll, daß der Spannungsbetrag am Ende größer ist als am Anfang.

22. Relativer Spannungsunterschied u (oder u_u, wenn Verwechslung mit Augenblickswerten möglich) ist der Spannungsunterschied bezogen auf die Spannung. In der Regel ist die Spannung der Abnehmerseite einzusetzen (Ende der Leitung, Sekundärseite des Transformators unter Berücksichtigung des Windungsverhältnisses usw.). Kennt man sie nicht genauer, so kann man die Nennspannung oder die mittlere Spannung nehmen; im Zweifelsfalle ist das jedoch ausdrücklich anzugeben.

[1]) Bearbeitet von A. Matthias und H. Schering.
[2]) Die Diagrammvektoren sind hier zur Unterscheidung von eigentlichen Vektoren als „Zeiger" bezeichnet und durch übergesetzten Punkt gekennzeichnet. Ihre endgültige Bezeichnung bleibt vorbehalten.



221. Relativer Spannungsabstieg und

222. Relativer Spannungsanstieg sind entsprechend gebildet.

3. Zeitliche Verschiedenheiten der Spannung.

31. Spannungsänderung $U_{ä}$ ist die Änderung der Spannungsbeträge zwischen zwei zeitlich aufeinanderfolgenden verschiedenen Betriebszuständen (z. B. Leerlauf und Vollast bei Maschinen, Transformatoren, Leitungen).

311. Spannungsminderung heißt die Spannungsänderung, wenn zum Ausdruck gebracht werden soll, daß bei dem betrachteten Übergang (z. B. vom Leerlauf auf Vollast) die Spannung sich vermindert.

312. Spannungssteigerung heißt die Spannungsänderung, wenn zum Ausdruck gebracht werden soll, daß bei dem betrachteten Übergang die Spannung sich erhöht.

32. Relative Spannungsänderung $u_{ä}$ ist die Spannungsänderung bezogen auf die Spannung. In der Regel ist die Nennspannung an der Abnehmerseite einzusetzen. Es kann aber auch die Spannung genommen werden, die auf der Abnehmerseite bei einer bestimmten Belastung herrscht, wenn diese Belastung ausdrücklich angegeben wird.

321. Relative Spannungsminderung und

322. Relative Spannungssteigerung sind entsprechend gebildet.

Erläuterungen.

Die Wörter Spannungsabfall und Spannungsverlust sind bisher häufig durcheinander und für verschiedene Begriffe gebraucht worden. Vor allem hat eine klare Unterscheidung gefehlt zwischen dem Diagrammzeiger, der die Spannung an einer Leitung oder Wicklung darstellen soll, und dem Unterschied der Beträge der Spannungen am Anfang und Ende eines solchen Gebildes.

Bei wechselnder Belastung kam eine weitere Schwierigkeit dadurch hinzu, daß die Schwankungen der Spannung am Ende der Leitung oder an den Klemmen eines Transformators oder einer Maschine sich nicht unmittelbar aus dem „Spannungsabfall" ergaben. In vielen Fällen muß man die Spannungsabfälle, die bei verschiedenen Belastungszuständen entstehen, vergleichen und aus ihnen die Änderung der Spannung, die sich an einem bestimmten Punkt ergibt, errechnen. Das kann besonders verwickelt werden bei Leitergebilden mit mehreren Abnahmestellen. Um klarere Auseinandersetzungen hierüber zu ermöglichen, ist zwischen örtlichen und zeitlichen Spannungsverschiedenheiten unterschieden worden.

Für die Verschiedenheiten, die an einer bestimmten Stelle durch wechselnde Belastungsverhältnisse entstehen, ist im Einklang mit den bereits bestehenden VDE-Bestimmungen das allgemeine Wort „Spannungsänderung" gewählt worden.

Die örtlichen Verschiedenheiten sollen im Gegensatz hierzu als „Spannungsunterschiede" gekennzeichnet werden. Die verschiedene Bedeutung der Wörter ist leicht einzuprägen. Denn bei „Änderung" denkt man unwillkürlich an eine zeitliche Aufeinanderfolge von Zuständen, während man bei Betrachtung von „Unterschieden" Nebeneinanderbestehendes miteinander zu vergleichen gewohnt ist.

Den beiden Begriffen sind je zwei weitere zugeordnet, welche Zunahme und Abnahme besonders kennzeichnen. Sie sind ebenso sinnfällig gebildet wie die beiden allgemeinen Kennworte; sie machen diese übrigens für den praktischen Gebrauch nicht überflüssig.

Das Wort Spannungsabfall ist hierbei nicht mehr mitverwendet worden, um in der Übergangszeit Verwechslungen zu vermeiden. Aus diesem Grunde ist auch für den Diagrammzeiger der neue Name „Spannungsfall" eingeführt worden. Bei seinen Komponenten ist die Kürze der Namen „Wirkfall", „Blindfall" usw. von Vorteil, da sie häufig gebraucht werden.

Längsspannungsfall und Querspannungsfall sind im Anschluß an bereits gebräuchliche Begriffe gebildet. Die Abkürzungen Längsfall und Querfall werden da willkommen sein, wo innerhalb einer längeren Auseinandersetzung ihr Zusammenhang mit Spannungsgrößen außer Zweifel steht.

Der Betrag des Längsspannungsfalls gibt gewöhnlich genügend genau den in 21 definierten „Spannungsunterschied" an. Da die Übereinstimmung jedoch nicht genau ist und man die Abweichungen gelegentlich erörtern muß, kann keiner der beiden Begriffe entbehrt werden. Der Querspannungsfall gewinnt bei geschlossenen Netzen im Zusammenhang mit der Anwendung von Quertransformatoren an Bedeutung.

Die Namen Wirkfall, Blindfall, Streufall gelten nur für einen quasistationären Kreis; die anderen Namen sind aber auch für lange Leitungen der Starkstromtechnik anwendbar. Bei einigen dieser Namen ist die Anwendung auf einen quasistationären Kreis durch eine einfache Formel veranschaulicht.

Die Beziehungen der verschiedenen Größen zueinander werden für den Fall eines quasistationären Kreises durch das beigegebene Diagramm erläutert (s. Abb. 2).

Die bezogenen Größen werden häufig benutzt; auch sie sind daher aufgenommen worden. Beim bezogenen Spannungsunterschied ist der Bezug auf die Abnehmerseite des Leitungsgebildes als Regelfall in den Vordergrund geschoben worden, weil er der klareren Verhältnisse wegen für wissenschaftliche Erörterungen von Einzelfällen geeigneter ist und auch in der Praxis, insbesondere bei Leitungsberechnungen, häufiger verwendet wird. Da jedoch in der Praxis auch der Bezug auf die Nennspannung eine Rolle spielt, z. B. bei Maschinen und Transformatoren, ist diese Möglichkeit ebenfalls in Betracht gezogen worden. Der Bezug auf die Nennspannung ist auch für allgemeine Betrachtungen sowie mit Rücksicht auf den durch die VDE-Bestimmungen bei Maschinen und Transformatoren eingebürgerten Gebrauch erwähnt.

Der AEF hat das Wort „Verlust" im Zusammenhang mit dem Wort „Spannung" vollständig vermieden, damit es für Energieverluste und Leistungsverluste frei bleibt.

Noch nicht endgültig.

Aufgabe 61. Sonderliste der Formelzeichen für den Elektromaschinenbau[1].

(2. Fassung.)

Name (Benennung) der Größe	Zeichen: Hauptzeichen	Zeichen: Ausweichzeichen	Maßeinheiten (Beispiele)
1. Elektrisches Feld.			
Elektromotorische Kraft (magnetischer Schwund)	*E	e	Volt
Klemmenspannung	*U	u	,,
Spannungsunterschied	ΔU	Δu	,,
Segmentspannung (bei Kommutatormaschinen)	e_{st}	ε	,,
Kurzschlußspannung	U_k		,,
Elektrische Feldstärke	*$\mathfrak{E}$		Volt/cm
Elektrische Verschiebung	*$\mathfrak{D}$		Coulomb/cm²
Dielektrizitätskonstante	*ε		
Elektrizitätsmenge	*Q		Coulomb
Elektrisches Potential	P	φ	Volt
Elektrische Kapazität	*C	K	Mikrofarad
2. Elektrischer Strom.			
Strom	*I	i	Ampere
Stromdichte	s	$\mathfrak{i}$, $\mathfrak{G}$	Ampere/mm²
Durchflutung (MMK, Amp.-Windungs-Zahl)	Θ		Ampere
Strombelag	A		Ampere/cm
3. Elektrischer Widerstand.			
Spezifischer Wirkwiderstand	*ϱ		$\frac{\text{Ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$
Wirkwiderstand	*R	r	Ohm
Blindwiderstand	X		,,
Scheinwiderstand	Z		,,
Wellenwiderstand	Z		,,
Leitfähigkeit	*$\varkappa$	λ	Siemens m/mm²
Wirkleitwert	*G		Siemens
Blindleitwert	B		,,
Scheinleitwert	Y		,,

[1]) Bearbeitet von C. Trettin.



Name (Benennung) der Größe	Zeichen		Maßeinheiten (Beispiele)
	Hauptzeichen	Ausweichzeichen	
4. Magnetisches Feld.			
Magnetischer Induktionsfluß	*Φ		Maxwell
Magnetische Induktion	*$\mathfrak{B}$		Gauß
Magnetische Feldstärke	*$\mathfrak{H}$		Oersted
Magnetische Permeabilität	*μ		
Magnetische Spannung	*V		Ampere
Magnetischer Widerstand	P		Siemens/Sekunde
Magnetischer Leitwert	Λ		Henry
Induktivität	*L		„
Gegeninduktivität	*M		„
Streuinduktivität	S		„
5. Leistung und Energie.			
Energie, (elektrische, magnetische oder mechanische)	*W		Wattsekunde
Leistung (elektrische, mechanische oder thermische)	*N		Watt
Leistungsverlust, Verlust	V	Q	Watt
Spezifischer Verlust	v		Watt/cm², Watt/kg
Wärmemenge	*Q		Wattsekunde
Wirkungsgrad	*η		
Flächenausnutzung (Ausnutzungsfaktor)	C		$\frac{\text{Wattsekunden}}{\text{cm}^3}$
Mittlerer Drehschub	σ		Kilogramm/cm²
6. Kraft, Druck, Gewicht.			
Kraft	*P		Kilogramm
Drehmoment	*M		Kilogrammeter
Gewicht	G	P	Kilogramm
Druck	*p		Kilogramm/cm²
7. Temperatur, Wärme.			
Temperatur vom Eispunkt aus	*t	*ϑ, τ	Grad Celsius
Temperatur, absolute	*T		
Wärmeübergangszahl	α	h	$\frac{\text{Watt}}{\text{cm}^2 \cdot \text{Grad}}$
Wärmeleitfähigkeit	λ	k	$\frac{\text{Watt}}{\text{cm} \cdot \text{Grad}}$
Spezifische Wärme	*c		$\frac{\text{Wattsekunden}}{\text{Gramm} \cdot \text{Grad}}$
Wärmekapazität	C		$\frac{\text{Wattsekunden}}{\text{Grad}}$
8. Zeit.			
Zeitpunkt oder Zeitdauer	*t		Sekunde
Zeitkonstante	*T	τ	„
Periodendauer	*T	τ	„
Drehzahl	*n		$\frac{\text{Umläufe}}{\text{Minute}}$
Frequenz	*f		Hertz
Kreisfrequenz	*ω		$\frac{\text{Radiant}}{\text{Sekunde}}$
Geschwindigkeit	*v		cm/Sekunde
Umfangsgeschwindigkeit	u	v	m/Sekunde
Winkelgeschwindigkeit	*ω	Ω	$\frac{\text{Radiant}}{\text{Sekunde}}$
Beschleunigung	*b		m/Sekunde²
9. Zahlen und Verhältnisse.			
Zahl, ganze Zahl	m, n	$\mu, \nu, \lambda, \ldots$	
Zahl der Pole	$2p$		
Zahl der parallelen Ankerstromzweige	$2a$		
Zahl der in Reihe geschalteten Windungen	*w		
Gesamtzahl der Leiter	z		
Zahl der Nuten	N		
Zahl der Nuten je Pol und Strang	q	Q	
Zahl der Spulenseiten nebeneinander	u		
Zahl der Kommutatorsegmente	k		
Zahl der Wicklungsstränge („Phasen“)	m		
Wicklungsschritt	y		
Schlupf	s	σ	
Streufaktor	σ	τ	
Kopplungsfaktor	$\varkappa$		
Formfaktor	ζ	ζ_e	
Wicklungsfaktor	ξ		
Füllfaktor	φ	ε	
Übersetzungsverhältnis	$ü$		
Polbedeckungsverhältnis (relat. Polwinkel)	α		
Bürstenbedeckungsverhältnis (relat. Bürstenbreite)	β		
Relative Wendepol-Durchflutung	ϑ		
10. Abmessungen.			
Länge, allgemein²)	*l		m, cm, mm
Länge magnet. Pfade im Eisen	l	L	„
Länge magnet. Pfade in Luft	δ		„
Breite allgemein	b	B	„
Höhe allgemein	h	H	„
Fläche allgemein	*F		cm²
Oberfläche, Kühlfläche	O	F	„
Querschnittsfläche	Q	q	„
Volumen, räumlicher Inhalt	*V		cm³
Luftstrom	L	V	m³/s
Anker- oder Polteilung	τ		cm

²) Abmessungen parallel zur Maschinenachse sind als „Längen“, nicht als „Breiten“ zu betrachten.

Bemerkung: Bei Wechselstromgrößen ist der Augenblickswert als kleiner Buchstabe, der Höchstwert innerhalb einer Periode als kleiner Buchstabe mit Dach oder, nach IEC, als großer Buchstabe mit dem Index m und der Effektivwert als großer Buchstabe zu schreiben, z. B.

$$i = \hat{\imath} \sin \omega t, \quad I = \frac{\hat{\imath}}{\sqrt{2}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}.$$

Die Hauptzeichen sind vorzugsweise, die Ausweichzeichen nur in besonderen Fällen (z. B. zur Vermeidung von Verwechslungen) zu benutzen. Die mit * versehenen Zeichen sind aus DIN 1304 entnommen.

Erläuterungen.

Der Entwurf ist in der ETZ 1932, H. 6, S. 140, zum ersten Male veröffentlicht worden. Die neue Fassung ist nur in verhältnismäßig unwesentlichen Punkten geändert. Beispielsweise wurden unter 1. (Elektrisches Feld) die Benennungen „Spannung“ und „elektrische Umlaufspannung“ ersetzt durch „elektromotorische Kraft“ und das Ausweichzeichen e gestrichen. Bei Segmentspannung wurde ε gegen e_{st} umgestellt; für Kurzschlußspannung wurde u_k durch U_k ersetzt.

Unter 7. (Temperatur, Wärme) wurde „äußere Wärmeleitfähigkeit“, „Wärmeleitzahl“ und „innere“ gestrichen; außerdem wurden die heute allgemein gebräuchlichen Buchstaben α und λ als Hauptzeichen, h und k als Ausweichzeichen angenommen.

Unter 9. (Zahlen und Verhältnisse) wurde die „Zahl der Windungen“ geändert in „Zahl der in Reihe geschalte-

ten Windungen"; ferner wurde z durch „Gesamtzahl der Leiter" anstatt „Zahl der Windungen eines Wicklungsteils" bestimmt.

Endlich wurde eine ganze Reihe von Begriffen, die sich auf Einzelheiten von Maschinen beziehen, als überflüssig gestrichen.

Noch nicht endgültig.

Aufgabe 66. Wärmeübertragung[1].

1. Grundbegriffe.

11. Die Wärmeleitfähigkeit λ eines Stoffes ist definiert durch die Gleichung

$$dQ = -\lambda\, dF \frac{\partial \vartheta}{\partial n} dt, \tag{1}$$

worin dQ die Wärmemenge ist, die in der Zeit dt im stationären Zustand unter der Wirkung des in Richtung der Flächennormale genommenen Temperaturgefälles $-\partial\vartheta/\partial n$ die Fläche dF durchströmt. Die Dimension von λ ist

$$\frac{\text{Wärmemenge}}{\text{Länge} \cdot \text{Zeit} \cdot \text{Temperatur}}.$$

Die in der Zeiteinheit durch eine beliebige Fläche strömende Wärmemenge Q/t heißt „Wärmestrom".

12. Die Temperaturleitfähigkeit a eines Stoffes[2]) ist unter der Annahme, daß λ von der Temperatur unabhängig ist, definiert durch die Gleichung

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial t} = a \nabla^2 \vartheta = a \left(\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial z^2} \right), \tag{2}$$

worin $\partial\vartheta/\partial t$ die zeitliche Änderung der Temperatur an einer bestimmten Stelle und ∇^2 der Laplacesche Operator ist. Die Dimension von a ist

$$\frac{\text{Fläche}}{\text{Zeit}}.$$

Die Temperaturleitfähigkeit kann aus der Wärmeleitfähigkeit λ, der spezifischen Wärme c und der Dichte ϱ berechnet werden nach der Gleichung

$$a = \frac{\lambda}{\varrho c}. \tag{3}$$

13. Beim Austausch von Wärme zwischen einem festen Körper und einer Flüssigkeit (oder einem Gas) hat es sich als zweckmäßig erwiesen, so zu rechnen, als ob die Temperatur der Flüssigkeit überall dieselbe wäre und zwischen der Oberfläche des festen Körpers und der angrenzenden Flüssigkeit ein Temperatursprung $\vartheta_1 - \vartheta_2$ bestünde. Die ausgetauschte Wärmemenge Q wird dann proportional diesem Temperatursprung gesetzt; man nennt den Proportionalitätsfaktor „Wärmeübergangszahl" und bezeichnet ihn mit dem Buchstaben α. Er ist definiert durch die Gleichung

$$dQ = \alpha\, dF = (\vartheta_1 - \vartheta_2)\, dt. \tag{4}$$

Die Dimension von α ist

$$\frac{\text{Wärmemenge}}{\text{Fläche} \cdot \text{Zeit} \cdot \text{Temperatur}}.$$

14. In Wärmeaustauschern ist im allgemeinen die Aufgabe gestellt, die Wärme zweier Flüssigkeiten auszutauschen, die durch eine (unter Umständen zusammengesetzte) Wand voneinander getrennt sind, wobei die Temperaturen ϑ_1 und ϑ_2 der beiden Flüssigkeiten gegeben sind. Zur Berechnung des stationären Zustandes setzt man die ausgetauschte Wärmemenge Q proportional der Temperaturdifferenz $\vartheta_1 - \vartheta_2$ nach der Gleichung

$$dQ = \varkappa\, dF (\vartheta_1 - \vartheta_2)\, dt, \tag{5}$$

worin der Proportionalitätsfaktor $\varkappa$ als „Wärmedurchgangszahl" bezeichnet wird.

$\varkappa$ hat dieselbe Dimension wie α.

Erläuterung zu 14: Die Wärmedurchgangszahl $\varkappa$ kann aus den Wärmeübergangszahlen α_1 bzw. α_2 der beiden Flüssigkeiten und der angrenzenden Wandflächen, aus den Querschnitten F des Wärmestroms, der Form und Wärmeleitfähigkeit λ der Trennwand (bzw. ihrer Teilschichten) berechnet werden. Z. B. gilt für eine ebene, aus i Schichten mit den Dicken l_i und den Wärmeleitfähigkeiten λ_i zusammengesetzte Wand die Formel

$$\frac{1}{\varkappa} = \frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{l_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}. \tag{6}$$

15. Zur Umrechnung einiger häufig gebrauchter Einheiten dienen die nachfolgenden Tafeln.

Wärmeleitfähigkeit λ.

	$\frac{\text{kcal}}{\text{h m grad}}$	$\frac{\text{cal}}{\text{s cm grad}}$	$\frac{\text{W}}{\text{cm grad}}$
$1 \frac{\text{kcal}}{\text{h m grad}} =$	1	0,00278	0,01163
$1 \frac{\text{cal}}{\text{s cm grad}} =$	360	1	4,184
$1 \frac{\text{W}}{\text{cm grad}} =$	86,0	0,239	1

Wärmeübergangszahl α und Wärmedurchgangszahl $\varkappa$.

	$\frac{\text{kcal}}{\text{h m}^2\text{ grad}}$	$\frac{\text{cal}}{\text{s cm}^2\text{ grad}}$	$\frac{\text{W}}{\text{cm}^2\text{ grad}}$	$\frac{\text{kW}}{\text{m}^2\text{ grad}}$
$1 \frac{\text{kcal}}{\text{h m}^2\text{ grad}} =$	1	$27{,}78 \cdot 10^{-6}$	$116{,}3 \cdot 10^{-6}$	$1163 \cdot 10^{-6}$
$1 \frac{\text{cal}}{\text{s cm}^2\text{ grad}} =$	36 000	1	4,184	41,84
$1 \frac{\text{W}}{\text{cm}^2\text{ grad}} =$	8 600	0,239	1	10
$1 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2\text{ grad}} =$	860	0,0239	0,1	1

2. Wärmewiderstand.

21. Die Behandlung von Wärmeproblemen, bei denen es sich nicht um die Berechnung der Wärmemenge Q, sondern um die Berechnung des Temperaturgefälles im Beharrungszustand an Schichten handelt, die vom Wärmestrom durchflossen werden, wird durch die Einführung des „Wärmewiderstandes" vereinfacht. Tritt der Wärmestrom aus der Oberfläche eines festen Körpers in ein Gas oder eine Flüssigkeit über, so wird der Oberfläche ein „Wärmeübergangs-" bzw. „Oberflächenwiderstand" zugeordnet. Die Rechnung mit Wärmewiderständen empfiehlt sich besonders für die Wärmeprobleme der Elektrotechnik. Da hier nicht mit der Wärmemenge (Verlustwärme), sondern mit ihrem Differentialquotienten nach der Zeit, der thermischen Leistung (Verlustleistung), gerechnet wird, kommt in den Definitionsgleichungen die Zeit überhaupt nicht vor. In Anlehnung an das Ohmsche Gesetz ergibt sich hier, wenn unter i der Wärmestrom verstanden wird (vgl. 11.):

Übertemperatur = Wärmewiderstand mal Wärmestrom

$$\vartheta = R\, i.$$

22. Der spezifische Wärmewiderstand ϱ ist dann der Kehrwert der Wärmeleitfähigkeit und gegeben durch die Gleichung:

$$\varrho = \frac{1}{\lambda} = R \frac{F}{l}.$$

(F ist der Querschnitt der vom Wärmestrom durchflossenen Schicht, l ihre Dicke.)

23. Der spezifische Wärmeübergangswiderstand $\varrho_{ü}$ (Oberflächenwiderstand) ist der Kehrwert der Wärmeübergangszahl und gegeben durch die Gleichung

$$\varrho_{ü} = \frac{1}{\alpha} = R_{ü} F.$$

3. Kennzahlen.

Infolge der Anwendung des Ähnlichkeitsprinzips hat das Rechnen mit dimensionslosen „Kennzahlen" große Bedeutung für die Behandlung des Wärmeübergangs erlangt.

[1]) Bearbeitet von S. Erk.
[2]) Früher ist häufig a^2 geschrieben worden. Diese Bezeichnung kann jedoch nicht empfohlen werden.

31. Die Reynoldssche Kennzahl.

Zwei oder mehrere Strömungen verlaufen dann ähnlich, wenn bei ähnlichen Randbedingungen an entsprechenden Punkten innerhalb der betrachteten Räume das dimensionslose Produkt $w\,l/\nu$ denselben Wert hat. Dabei bedeutet w die Strömungsgeschwindigkeit, l eine für den Vorgang maßgebende Länge, ν die kinematische Zähigkeit. Die Größe $w\,l/\nu$ „heißt Reynoldssche Kennzahl". Mit $\nu = \eta/\varrho$, worin ϱ wieder die Dichte bedeutet, kann man auch schreiben

$$\frac{w\,l}{\nu} = \frac{w\,l\,\varrho}{\eta}. \tag{7}$$

Für das kreiszylindrische Rohr vom Durchmesser d ist die Reynoldssche Zahl definiert als

$$\frac{w\,d}{\nu} \tag{7a}$$

32. Die Pécletsche Kennzahl.

Der Wärmeübergang von einem festen Körper an Flüssigkeiten (oder Gase) bei aufgezwungener Strömung verläuft in zwei (oder mehreren) Fällen dann ähnlich, wenn außer der Reynoldsschen Kennzahl auch das Produkt $w\,l/a$ an entsprechenden Punkten innerhalb der betrachteten Räume denselben Wert hat. a ist die Temperaturleitfähigkeit.

Die Größe $w\,l/a$ heißt „Pécletsche Kennzahl". Mit $a = \lambda/c\,\varrho$ [vgl. Gl. (3)] kann man auch schreiben

$$\frac{w\,l}{a} = \frac{w\,l\,c\,\varrho}{\lambda}. \tag{8}$$

33. Die Prandtlsche Kennzahl.

Aus Absatz 31 und 32 ergibt sich, daß man wahlweise eine der beiden Größen $w\,l/\nu$ oder $w\,l/a$ durch die Kombination $(w\,l/a) : (w\,l/\nu)$ ersetzen kann. Der Quotient heißt „Prandtlsche Kennzahl"; diese ist also definiert durch

$$\frac{\nu}{a} = \frac{\eta\,c}{\lambda}. \tag{9}$$

34. Die Grashofsche Kennzahl.

Der Wärmeübergang von einem festen Körper an eine ruhende Flüssigkeit (oder an ein ruhendes Gas) verläuft in zwei (oder mehreren) Fällen dann ähnlich, wenn das Produkt $g\,l^3\,\beta\,\Theta/\nu^2$ an entsprechenden Punkten innerhalb der betrachteten Räume denselben Wert hat. g bedeutet die Fallbeschleunigung, β die thermische Raumdehnungszahl und Θ die für die Konvektionsströmung maßgebende Temperaturdifferenz.

Die Größe $g\,l^3\,\beta\,\Theta/\nu^2$ heißt „Grashofsche Kennzahl".

35. Die Nußeltsche Kennzahl.

Wenn man den Wärmeübergang als Funktion dimensionsloser Größen darstellt, so darf man nicht die Wärmeübergangszahl α (vgl. Teil 1), sondern muß das dimensionslose Produkt $\alpha\,l/\lambda$ in die Gleichungen des Wärmeüberganges einführen. Die Größe $\alpha\,l/\lambda$ heißt „Nußeltsche Kennzahl".

Der allgemeine Ansatz nach dem Ähnlichkeitsprinzip lautet dann

$$\frac{\alpha\,l}{\lambda} = f\left(\frac{w\,l}{\nu}, \frac{w\,l}{a}, \frac{\eta\,c}{\lambda}, \frac{g\,l^3\,\beta\,\Theta}{\nu^2}, \ldots\right). \tag{10}$$

(Schluß folgt.)

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

P. Hirche. — Nach fast 20jähriger Tätigkeit an der Spitze der Kraftwerk Sachsen-Thüringen Aktiengesellschaft, Auma i. Thür., ist Direktor Paul Hirche in den Ruhestand getreten. In Anerkennung seiner Verdienste wurde Herr Hirche in den Aufsichtsrat der Gesellschaft berufen. Als sein Nachfolger tritt Dr.-Ing. Hermann Schulze in den Vorstand ein.

G. Naderer. — Der Direktor bei der Reichsbahn Georg Naderer, Leiter der Obersten Bauleitung für Süddeutsche Elektrisierungen in München, wurde als Leiter der OBL für Elektrisierungen nach Leipzig versetzt.

BRIEFE AN DIE ETZ.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Wissenschaftlichen Leitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Nebelüberschlagsversuche an verschmutzten Isolatoren.

In der ETZ 56 (1935) vom 28. 3. 1935, H. 13, S. 369, wird über Verschmutzungsversuche an Isolatoren berichtet. Im Anschluß an diesen Bericht sind schon früher[1]) angestellte eingehende Versuche von Interesse. Bei gemischtem elektrischen und Dampfbetrieb von Bahnen hat es sich herausgestellt, daß der Überschlagswert von Isolatoren durch Verschmutzung erheblich herabgedrückt wird und daß dieser Wert nicht nur vom Grad der Verschmutzung, sondern auch von der Ausführung des Isolators abhängt. Deswegen sollte durch diese Versuche folgendes festgestellt werden:

1. Abhängigkeit der Regen-Überschlagsspannung von der Isolatorlage,
2. Abhängigkeit der Nebel-Überschlagsspannung von der Verschmutzung,
3. Formgebung der Isolatoren mit Rücksicht auf den Überschlagswert bei Verschmutzung.

Für die Versuche wurden die in Abb. 1 dargestellten Isolatoren der Vollkernbauart ausgewählt. Die bei Hängelage, Neigungen von 30, 45 und 60° zur Lotrechten sowie bei Abspannlage dieser Isolatoren unter Regen gemessenen Überschlagsspannungen sind in Zahlentafel 1 angegeben. Die Regenmenge betrug 3 bis 3,2 mm und die Regen-Leitfähigkeit 100 μS/cm. Der Einfallwinkel des Regens war 45° zur Lotrechten.

Zahlentafel 1. Überschlagsspannungen naß in kV bei 760 mm Hg und 20° C.

Isolator nach Abb.	Hängelage	30°	45°	60°	Abspannlage
1 a	71	82	85	94	96
1 b	66	79	79	94	92
1 c	90	110	110	120	123
1 d	91	105	107	114	112
1 e	88	94	100	103	105

Daraus geht die an sich bekannte Tatsache[2]) erneut hervor, daß die Isolatoren in waagerechter Lage den größten Überschlagswert unter Regen aushalten.

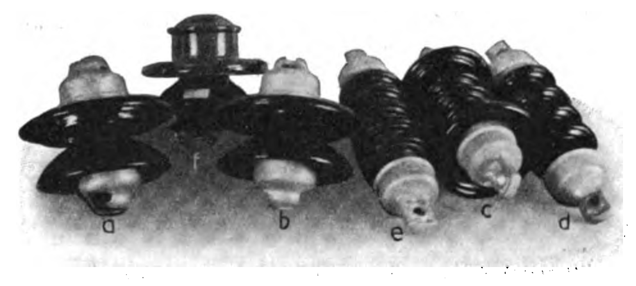


Abb. 1. Untersuchte Isolatoren.

Für die Vergleichsmessung der Nebelüberschlagsspannung an verschmutzten Isolatoren ist es notwendig, daß sämtliche Isolatoren unter gleichen Betriebsverhältnissen geprüft werden. Daher wurden die Isolatoren während der Verschmutzung an die Betriebsspannung, in diesem Falle 15 kV, gelegt. Damit alle zu vergleichenden Isolatoren auch wirklich den gleichen Verschmutzungsgrad aufweisen, wurden die Isolatoren an ein drehbares Rad aufgehängt, welches in den Verschmutzungszeiten unter Spannung gesetzt wurde. Die Staubteilchen konnten sich daher unter der Einwirkung des elektrischen Feldes, wie es auch im Be-

[1]) W. Süberkrüb, AEG-Mitteilung für Bahnbetriebe (1932) H. 13.

[2]) W. Welcker, Hescho-Mitt. (1924) H. 13, S. 1.



triebe der Fall ist, auf den Isolatoren absetzen. In die Verschmutzungskammer wurde der Verschmutzungsstaub, Flugasche, Staub oder Ruß, durch eine Zerstäuberdüse mit Druckluft eingeblasen und die Kammer anschließend unter Nebel gesetzt. Nach jeder Verschmutzung wurde die Überschlagsspannung gemessen. Die bei den Versuchen verwendete Flugasche war einer Lokomotivrauchkammer entnommen und wurde bei jeder Verschmutzung in Mengen von 700 g in die Verschmutzungskammer eingeblasen. Das mit den löslichen Bestandteilen der Flugasche gesättigte Nebelwasser zeigt bei 8 °C eine Leitfähigkeit von 10200 μS/cm. Die Ergebnisse sind in Abb. 2 dargestellt. Wie ersichtlich, ist die Überschlagsspannung bis etwa zur vierten Verschmutzung sehr stark von der Verschmutzung abhängig. Bei weiterem Verschmutzungsgrad nimmt die Überschlagsspannung erheblich weniger ab, wie ähnliche Versuche an anderer Stelle[3]) gezeigt haben.

Die äußere Form der Isolatoren hat, wie die Versuche zeigen, einen erheblichen Einfluß auf das Verhalten des Isolators gegen Überschlag im verschmutzten Zustand. Einen Maßstab hierfür erhält man, wenn man einen neuen Ausdruck, den „Ausnutzungsgrad des Isolators" in Prozenten einführt.

a, b Motorisolator; c Stabisolator mit drei Rippen und zwei Schirmen; d Stabisolator mit vier Rippen; e „ „ fünf „; f Stützer

Abb. 2. Überschlagsspannungen in kV an Isolatoren bei ein- bis zwanzigfacher Verschmutzung.

Ausnutzungsgrad:

$$n = \frac{\text{Nebelüberschlagsspannung bei 4. Verschmutzung} \cdot 100\%}{\text{Regenüberschlagsspannung}}$$

Der Sicherheitsgrad der Isolatoren ergibt sich aus folgender Formel:

$$s = \frac{\text{Nebelüberschlagsspannung bei 4facher Verschmutzung}}{\text{Betriebsspannung}}$$

In Zahlentafel 2 ist der Ausnutzungsgrad und der Sicherheitsgrad für die verschiedenen Isolatoren ermittelt.

Zahlentafel 2.

Isolator n. Abb.	1c	1d	1e	1a	1b	1f	
Regenüberschlagsspannung bei Hängelage	90	91	88	66	71	71	kV
Nebelüberschlagsspannung bei 4facher Verschmutzung	26	15	15	40	42	30	kV
n	29	16,5	17	61	59	42,3	%
s	1,94	1,14	1,14	4	4	2,82	

Die Versuche geben ein klares Bild über die Eignung der Isolatoren. Es zeigte sich, daß die Staubteilchen den Weg des elektrischen Feldes gehen und sich an Rippen ansetzen. Bei Isolatoren mit dicht aufeinander folgenden kleinen Rippen bilden sich daher Staubnester, so daß diese Isolatoren ungünstige Überschlagswerte in verschmutztem Zustande zeigen. Glatte Isolatoren mit großen Schirmen sind sehr sicher gegenüber Nebelüberschlagsspannung bei Verschmutzung.

Berlin, 28. 6. 1935. Süberkrüb.

[3]) Harald Müller, Hescho-Mitt. 1931, H. 56, S. 1.

LITERATUR.

Besprechungen.

Theorie der Elektrizität. Bd. 1: Einführung in die Maxwellsche Theorie der Elektrizität. Mit einem einleitenden Abschnitt über das Rechnen mit Vektorgrößen in der Physik. 10. Aufl. Von Prof. R. Becker. Neubearbeitung des Werkes von M. Abraham. Mit 59 Fig. i. Text, VII u. 265 Seiten in 8°. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1933. Preis geb. 14,50 RM.

Daß innerhalb von vier Jahren drei Neuauflagen dieses altbewährten Buches möglich waren, spricht von selbst für seine Unentbehrlichkeit und vor allem für den Wertzuwachs, den es durch die Beckersche Bearbeitung erfahren hat. Die vorliegende 10. Auflage ist in Einzelheiten ergänzt und umgearbeitet. U. a. ist eine Ableitung der Magnetisierungsfaktoren eines homogenen magnetisierten Ellipsoids aufgenommen; bei der Behandlung der Drahtwellen wurde stärker auf die technischen Anwendungen abgestellt. Man darf das Werk dem Elektroingenieur noch einmal nachdrücklich empfehlen. Die am Beginn gebotene Einführung in die Vektorrechnung, unterstützt durch die von Becker hinzugefügten Aufgaben und Lösungen, ist ausgezeichnet und für den Techniker von besonderem Wert. Das Buch hat bereits einer vollen Generation gedient; es wird auch für die heutige in seiner zeitgemäß gewandelten Form ein zuverlässiger und bald vertrauter Führer sein. G. H. Winkler.

Eingegangene Doktordissertationen.

Hans Wahl, Beitrag zur Frage der unmittelbaren Verwendung von Kohlenstaub in Verbrennungskraftmaschinen. T. H. Berlin 1934.

Hans-Werner Steinhausen, Ein Beitrag zum Hauteffekt bei geschichteten, zylindrischen Leitern. T. H. Berlin 1935.

Robert Steinitz, Ein neuer Doppeljoch-Magnetstahlprüfer. T. H. Berlin 1935.

Alexander Varren, Systematik der Zehnerschaltvorrichtungen. T. H. Berlin 1929.

Wilhelm Wäsch, Die Analyse unperiodischer Vorgänge. T. H. Berlin 1935.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 16. August 1935.

Für den Textteil verantwortlich in Vertretung Walther Windel in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.



Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 29. August 1935 | Heft 35

Stromrichterbelastung der Hochspannungsnetze.

Von Dr.-Ing. **Ludwig Lebrecht**, Berlin.

621. 314. 6 : 621. 316. 1

Übersicht. Der Aufsatz[1]) behandelt die Rückwirkungen der Gleichrichter auf das speisende Netz. Nach der Behandlung der Oberwellen im Primärstrom der Gleichrichter wird die Belastung der Generatoren mit diesen Strömen besprochen. Es folgt eine Untersuchung der Einflüsse der Induktivität, der Kapazität und des ohmschen Widerstandes des Primärnetzes auf die Rückwirkungen der Gleichrichter. Zum Schluß werden Maßnahmen zur Herabsetzung der Rückwirkungen besprochen.

Gewisse Elemente der Kraftübertragung haben die Eigenschaft, die Hochspannungsnetze mit verzerrten, also nicht sinusförmigen Strömen zu belasten. Die nicht lineare Beziehung zwischen dem Magnetisierungsstrom und dem magnetischen Fluß ist die Ursache verzerrter Magnetisierungsströme, welche in der Vergangenheit bereits die Aufmerksamkeit auf eine Gruppe von Stromverbrauchern, die Transformatoren, gezogen haben[2]).

Im letzten Jahrzehnt ist mit dem Stromrichter ein anderer Verbraucher größerer verzerrter Ströme in die Netze eingeführt worden, der ähnliche Wirkungen auslöst wie der Magnetisierungsstrom. Ein wesentlicher Unterschied besteht aber insofern, als der Magnetisierungsstrom spannungabhängig ist, während der Primärstrom der Stromrichter Leistungsabhängigkeit besitzt. Darum ist er auch erst mit dem Anwachsen der Stromrichterleistung für das betrachtete Thema interessant geworden. Es muß daher an den Anfang der Betrachtungen die Feststellung gesetzt werden, daß die nachstehend erörterten Punkte in erster Linie die Installation von Großanlagen, z. B. von Elektrolysen, berühren.

Die Behandlung soll an Hand der Gleichrichterverhältnisse erfolgen, doch gelten die Schlüsse sinngemäß auch für andere Stromrichter.

1. Oberwellen im Primärstrom der Gleichrichter.

Es ist bisher üblich gewesen, den Oberwellengehalt der Gleichrichter-Primärströme für streuungslose Transformatoren, unendlich große Netze und vollkommene Glättung anzugeben. Hierbei ergeben sich die in Abb. 1 dargestellten, durch senkrechte und waagerechte Strecken nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten begrenzten Stromformen. Für 6- und 12-Phasengleichrichter sind je zwei verschiedene Stromformen dargestellt.

Es ist bekannt, daß jede periodisch veränderliche, von der Sinusform abweichende Kurve sich in eine Anzahl von Sinuskurven verschiedener Frequenz, Größe und Phase zerlegen läßt, die, zusammengesetzt, die verzerrte Kurve ergeben.

Die 1. Harmonische oder Grundwelle ist diejenige Teilsinuskurve eines Frequenzgemisches, deren Frequenz mit der des Speisenetzes übereinstimmt. Die übrigen Frequenzen sind ganzzahlige Vielfache der Grundfrequenz und werden „höhere harmonische Oberwellen" genannt. Die 7. Harmonische ist also die in einer verzerrten Kurve vorhandene Sinuswelle von $7 \cdot 50 = 350$ Hz.

Jede in einer verzerrten Kurve enthaltene Oberwelle verhält sich nun so, als wenn sie allein da wäre. Man kann daher die von den einzelnen Frequenzen ausgehenden Wirkungen prüfen und erhält in der Summe der Wirkungen der einzelnen Frequenzen die Wirkung des verzerrten Stromes.

Die erste Frage muß daher immer sein: Welche Frequenzen kommen vor? Sie beantwortet sich einfach. Der Primärstrom des 6-Phasengleichrichters enthält alle Vielfachen von 6 ± 1, also 5. und 7., 11. und 13., 17. und 19., usw., der Primärstrom des 12-Phasengleichrichters alle Vielfachen von 12 ± 1, also 11. und 13., 23. und 25. usw.

Phasenzahl	Schaltung (Beispiel)	Kurvenform des Primärstromes	Effektivwert d. Oberwelle $I_n = 1/n \cdot I_1$									
			$n = 1$	5	7	11	13	17	19	23	25	Gesamt-Effekt.-wert
6			100	20	14	9,1	7,7	5,9	5,3	4,3	4	105
			100	20	14	9,1	7,7	5,9	5,3	4,3	4	105
12			100	—	—	9,1	7,7	—	—	4,3	4	101
			100	—	—	9,1	7,7	—	—	4,3	4	101

Abb. 1. Primärströme 6- und 12 phasiger Gleichrichter.

Die zweite Frage nach der Größe der Oberwellen beantwortet sich ebenfalls einfach. Wenn $n = 5, 7, 11, 13 \ldots$ die Ordnungszahl der Oberwelle, I_n den Strom dieser Ordnung darstellt, so gilt $I_n = 1/n \cdot I_1$. Damit erklären sich die Zahlen in Abb. 1. Sie lassen erkennen, daß der Sechsphasenwelligkeit alle nicht durch 3 teilbaren ungeradzahligen Oberwellen eigen sind, während die Zwölfphasenwelligkeit nur jedes 2. Frequenzpaar besitzt. Die Oberwellen aber, die vorhanden sind, haben bei allen Schaltungen und Phasenzahlen gleiche Größe.

Obwohl aber der Gehalt an Oberwellen nach Größe und Frequenz bei beiden 6-Phasenschaltungen gleich ist, sehen wir Verschiedenheiten in der Kurvenform. Sie rühren von Unterschieden in der Phasenlage der Teilströme her. Es gilt hier wiederum eine einfache Gesetzmäßigkeit: Wenn zwei verschiedene 6-Phasentransformatoren derart geschaltet sind, daß sie im Winkelmaß der Grundwelle 30° el. versetzt arbeiten, so sind alle diejenigen Oberwellen, welche nur der 6-Phasenschaltung eigen sind, um 180° el. phasen verschoben. Zwei derartige 6-Phasentransformatoren belasten also, sofern ihre Ströme gleich sind, das Hochspannungsnetz nur mit den Oberwellen, welche 12-Phasentransformatoren haben[3]). Genau so setzen sich zwei 12-Phasentransformatoren, die in der Phase um 15° versetzt sind, zu einem 24-Phasensystem zusammen.

Wir haben bis jetzt nur von dem theoretischen Fall des streuungslosen Transformators gesprochen. Die im Primärstrom tatsächlich vorkommenden Oberwellenströme sind jedoch kleiner. Die Begrenzung der Ströme durch senkrechte Strecken wäre praktisch nur dann möglich, wenn der Übergang des Lichtbogens von einer Phase auf die nächste in der Zeit 0 vor sich gehen könnte. Tatsäch-

[1]) Vortrag, gehalten am 21. III. 1935 im Elektrotechnischen Verein. Die Besprechung folgt zusammen mit dem Schluß.

[2]) Vgl. a. ETZ 56 (1935) H. 34, S. 933.

[3]) S. a. Jungmichel, ETZ 52 (1931) S. 171.

lich wird jedoch der Phasenwechsel durch die Induktivitäten des Transformators und des speisenden Netzes verzögert.

Abb. 2 zeigt unten, wie sich die Stromform dadurch verändert. Man erkennt, daß die Oberwellenströme etwas abgeschliffen werden. Maßgebend für die Größe der Änderung ist der Überlappungswinkel, welcher wiederum von der Größe des Stromes und von Schaltung und Reaktanz des Transformators und Netzes abhängt. Abb. 2 zeigt, in welchem Maße die einzelnen Frequenzen zurückgehen, wenn der Überlappungswinkel den normalen Betrag von 15 bis 20° hat. Wenn dagegen ein Kraftwerk spezifisch sehr hoch mit Gleichrichtern belastet wird, so ist der Überlappungswinkel infolge der hohen Primärreaktanz größer. Darum enthält Abb. 2 auch diejenigen Oberwellenwerte, die für einen besonders großen Überlappungswinkel von 30° sich einstellen. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die höheren Frequenzen mit wachsendem Überlappungswinkel stärker zurückgehen als die kleineren Frequenzen.

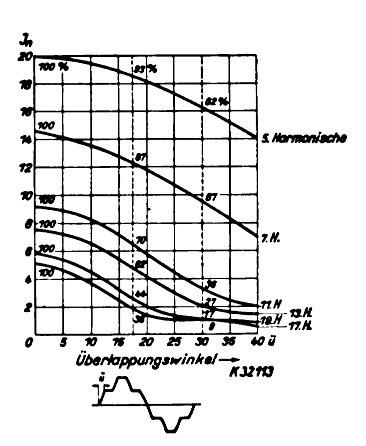


Abb. 2. Oberwellen im Primärstrom der Gleichrichter in Abhängigkeit vom Überlappungswinkel bei unendlich großer Glättungsdrosselspule.

2. Die Belastung der Generatoren mit verzerrten Strömen.

Diese hat eine vermehrte Erwärmung der Ständerwickung und des Induktors zur Folge.

a) Ständerwicklung. Wenn ein sinusförmiger Wechselstrom die Wicklung durchfließt, so erzeugt er in jedem Strange die Verluste $P = I^2 \cdot R \cdot K$, wobei bedeutet: I = effektiver Wechselstrom, R = Gleichstromwiderstand, $K = \frac{\text{Wechselstromwiderstand}}{\text{Gleichstromwiderstand}} > 1$. $K = 1{,}2$ bedeutet z. B., daß die zusätzlichen Kupferverluste 20 % betragen. Für den Faktor K haben Field und Emde eine Beziehung abgeleitet[4]), mit deren Darstellung wir uns hier im einzelnen nicht befassen können. Sie hat gezeigt, daß eine ganze Reihe von Größen auf den Faktor K einwirkt; wir wollen nur die wichtigsten hier erfassen:

Es ist bekannt, daß zur Unterdrückung der zusätzlichen Kupferverluste die Stäbe der Wicklung durch Isolierstoffzwischenlagen in einzelne Teilleiter zerlegt werden. Die Teilleiter werden so verdrillt, daß sie verschiedene Lagen in der Nut durchlaufen. Eine vollkommene Unterdrückung der zusätzlichen Verluste wäre jedoch nur bei unendlich feiner Unterteilung der Stäbe möglich, was natürlich praktisch nicht durchführbar ist. Die endliche Stärke der Teilleiter ist nun die Ursache dafür, daß jeder Wicklung ein mehr oder minder großer Prozentsatz an zusätzlichen Verlusten eigen ist. Diese zusätzlichen Verluste sind abhängig

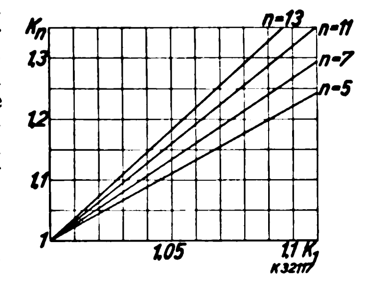


Abb. 3. K_n in Abhängigkeit von K_1.

1. von der Anzahl der in der Nut übereinanderliegenden Teilleiter;
2. von der Höhe der Teilleiter;
3. von der Frequenz des die Stäbe durchfließenden Stromes;
4. von einigen anderen Größen, die wir hier übergehen wollen.

Die Verluste wachsen mit der Höhe der Teilleiter; sie wachsen ferner mit der Frequenz, und zwar derart, daß ein Strom n-facher Frequenz die gleichen zusätzlichen Verluste erzeugt, die ein $\sqrt{n}$ mal so hoher Teilleiter beim Betrieb mit Strom von der Grundfrequenz hätte.

[4]) Elektrotechn. u. Maschinenb. 26 (1908) H. 33 u. 34.

In Abb. 3 sind nun für einen Sonderfall (42 Teilleiter übereinander) die Faktoren K_n in Abhängigkeit von K_1 dargestellt. K_1 ist der Verlustfaktor, der für die betrachtete Maschine bei Belastung mit der Grundfrequenz gilt. K_n sind die Faktoren für die n-fachen Frequenzen. Es ergibt sich also für jede Frequenz eine besondere Kurve. Für alle Frequenzen, größer als die Grundfrequenz, ergeben sich Werte größer als K_1.

Worauf es uns hier in erster Linie ankommt, das ist die Tatsache, daß alle Faktoren K_n mit dem Faktor K_1 wachsen. Das bedeutet, daß eine Maschine auf Belastung mit verzerrten Strömen um so weniger reagiert, je mehr bei ihrem Bau zur Unterdrückung der zusätzlichen Verluste für die Grundwelle getan worden ist.

Man könnte aus der Darstellung auf den ersten Blick den Eindruck gewinnen, daß die Erwärmung der Ständerwicklung bei Stromrichterbelastung sehr viel höher ist als bei sinusförmigem Strom. Ganz so stark ist das nun nicht der Fall. Denn bei Stromrichterbelastung sind die Verhältnisse im allgemeinen so, daß die Stromoberwellen um so kleiner werden, je höher die Frequenz ist. Die hohen Zusatzverluste treten also nur bei verhältnismäßig kleinen Strömen auf. Immerhin ist gezeigt, daß auf dem Wege über große Faktoren K_n auch kleine Ströme I_n merklichen Einfluß auf die Erwärmung gewinnen können.

Nun ergibt sich die Frage, wie groß denn der tatsächliche Einfluß der Faktoren K_n auf die Gesamterwärmung einer Maschine ist. Das läßt sich aus folgendem erkennen:

Der wellige Strom $I = \sqrt{I_1^2 + I_5^2 + I_7^2 + I_{11}^2 + \ldots}$ erzeugt in der Ständerwicklung die Verluste

$$P = I_1^2 R K_1 + I_5^2 R K_5 + I_7^2 R K_7 + I_{11}^2 R K_{11} + \ldots$$
$$= \sum I_n^2 R K_n.$$

Es liegt nun nahe, den Einfluß der verschiedenen K-Faktoren auf die Gesamterwärmung durch einen Summenfaktor K_s zum Ausdruck zu bringen, dessen Bedeutung folgendermaßen definiert werden kann:

$$I^2 R K_s = \sum I_n^2 R K_n,$$

woraus

$$K_s = \frac{\sum I_n^2 K_n}{I^2}.$$

Die Berechnung des Summenfaktors K_s führt also über die Verlustberechnung der einzelnen Frequenzen mit den ihnen eigenen K_n-Faktoren. K_s kann also nicht für einen bestimmten effektiven Strom I, sondern nur für eine ganz bestimmte Oberwellenzusammensetzung angegeben werden.

Die Auswertung für eine Anzahl praktischer Fälle hat ergeben, daß in der großen Mehrzahl der in der Nachkriegszeit gebauten Generatoren, bei denen die Zusatzverluste bereits für die Grundwelle weitgehend unterdrückt sind, keine störende Zusatzerwärmung durch die angeschlossene Gleichrichterleistung eingetreten ist. Das gilt selbst für die Fälle, in denen Gleichrichteranlagen großer Leistung angeschlossen waren. Lediglich ältere Generatoren mit höheren Teilleitern oder unvollkommen lamellierten Stäben legen eine gewisse Aufmerksamkeit nahe.

In diesem Zusammenhang soll auch erwähnt werden, daß nicht allgemein von einer „Oberwellenbelastbarkeit" der Generatoren gesprochen werden kann. Der Einfluß der verschiedenen Frequenzen auf die Erwärmung der Maschinen ist ja verschieden. Man kann daher eine Oberwellenbelastbarkeit nur unter Bezeichnung der Frequenzen angeben, deren Belastung möglich sein soll.

b) Dämpfer. Die Oberwellen im Ständer bilden Drehfelder, die mit der ihrer Frequenz zugeordneten Geschwindigkeit umlaufen und Dämpfungsströme im Induktor, also auch im Dämpferkäfig, erregen; diese bilden also eine Beanspruchung für den Dämpfer. Es ist aber auf eine Besonderheit aufmerksam zu machen: Es zeigt sich nämlich, daß die 5. und 7. primäre Harmonische im Induktor gemeinsam als 6. Harmonische auftreten. Das ist so zu erklären: Geht man von dem in Abb. 4 dargestellten Drehsinn für die Grundwelle aus, so ergibt sich, daß man, um von U nach V zu kommen, einen Winkel von 120° entgegen dem Uhrzeigersinn beschreiben muß. Das von der 5. Harmonischen gebildete Drehstromsystem läßt sich gewinnen, wenn man den 5fachen Winkel im gleichen Sinn aufträgt. Das gleiche geschieht mit der Phase W. Man erkennt, daß die 5. Harmonische einen anderen Drehsinn hat als die 1. Harmonische. Dieselbe Untersuchung mit der



7. Harmonischen zeigt, daß diese gleichen Drehsinn wie die Grundwelle besitzt.

Da die 5. Harmonische entgegen dem Drehsinn des Induktors läuft, so ist ihre Geschwindigkeit gegenüber dem Polrad $5 + 1 = 6$mal so groß wie die der Grundwelle, (Abb. 4, I_6'). Und da die 7. Harmonische im Drehsinn des Polrades rotiert, überholt sie das Polrad mit einer $7 - 1 = 6$fachen Geschwindigkeit (Abb. 4, I_6''). Die 5. und 7. Ständerharmonische erscheinen also im Läufer als 6. Harmonische mit zwei gegenläufigen Drehstromsystemen. Nun gibt es zwei Fälle:

1. Wenn die beiden Komponenten gleich groß sind, so ergibt sich ein relativ zum Induktor stillstehendes, mit sechsfacher Frequenz pulsierendes Wechselfeld, dessen Amplitude gleich ist der Summe der beiden Komponenten (Abb. 4, unten, Mitte).
2. Wenn die Teilströme verschieden groß sind, so ergibt sich ein relativ zum Induktor mit 6facher Geschwindigkeit rotierendes elliptisches Drehfeld, dessen große Achse gleich ist der Summe, dessen kleine Achse gleich ist der Differenz der Komponenten (Abb. 4, unten, rechts).

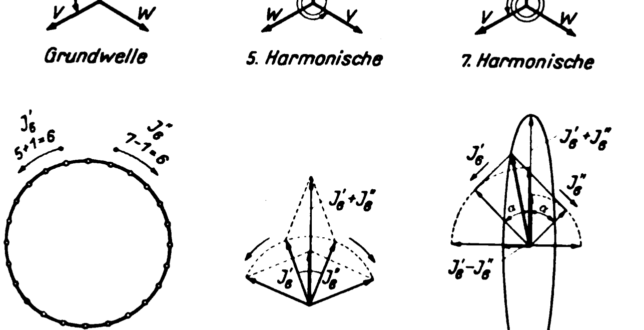


Abb. 4. Dämpferbelastung durch 5. und 7. Harmonische im Ständer.

Auf jeden Fall wird der Teil des Induktors, in dem sich die Teildrehfelder begegnen, mit dem Summenstrom der 5. und 7. Ständerharmonischen belastet, und die Verluste werden hier nicht durch die Summe der Quadrate, sondern durch das Quadrat der Summe bestimmt.

Genau so bilden die 11. und 13. Harmonische im Induktor gemeinsam die Frequenz 12, die 17. und 19. die Frequenz 18 usw. Die hohe Frequenz dieser Dämpfungsströme prägt sich natürlich auch hier in entsprechenden Zusatzverlusten aus.

Es liegt nahe, die von den oberharmonischen Strömen ausgehende Dauerbeanspruchung des Dämpfers mit einer geläufigen Größe zu vergleichen. Der einphasige Belastungsstrom einer Maschine, dessen gegenläufige Feldkomponente Dämpfungsströme von der Frequenz 100 im Dämpfer und in anderen Teilen des Induktors hervorruft, eignet sich als solche Vergleichsgröße. Es ist ja bekannt, daß sich jedes unsymmetrische Dreiphasensystem in ein symmetrisches Dreiphasensystem und in ein Einphasensystem zerlegen läßt. Dieses die Unsymmetrie kennzeichnende Einphasensystem soll uns als Vergleichsmaßstab dienen.

Es läßt sich zeigen, das ein 2 Phasen durchfließender Einphasenstrom I ein gegenläufiges Drehfeld erzeugt, dessen Phasenstrom $I_u = \frac{I}{\sqrt{3}}$ [5]). Dieser Strom belastet den Dämpfer mit

$$P = I_u^2 \, R \, K_2 = \frac{I^2 R \, K_2}{3}.$$

Der Oberwellenstrom $I = \sqrt{\sum I_n^2}$ erzeugt im Dämpfer den Verlust

$$P = \sum I_n^2 \, R \, K_n \cos^2 \varphi_n.$$

Setzt man die beiden Verluste gleich, so erhält man mit

$$I = \sqrt{\frac{3 \sum I_n^2 \, K_n \cos^2 \varphi_n}{K_2}}$$

[5]) Siehe Pohl, Elektrotechn. u. Maschinenb. 53 (1935) S. 25.

denjenigen Einphasenstrom, welcher bezüglich der Dämpferbelastung der Oberwellenbelastung gleichwertig ist.

Gelten für den Dämpfer einer Maschine die Faktoren $K_2 = 1{,}3$, $K_6 = 2{,}4$ und $K_{12} = 3{,}5$, so zeigt die Zahlentafel 1, welcher Einphasenbelastung die in der Tafel vermerkten Oberwellenströme nach dieser Rechnung gleichwertig sind.

Zahlentafel 1. Dämpferbelastung durch Einphasenstrom und Oberwellenströme.

Oberwellenstrom	$I_6 = 30\%$	$I_6 = 26\%$	$I_6 = 26\%$, $I_{12} = 5\%$, $I_{18} = 1\%$	$I_{12} = 11\%$	$I_{12} = 5\%$	$I_{12} = 5\%$, $I_{18} = 1\%$
Gleichwertiger Einphasenstrom für $K_2 = 1{,}3$, $K_6 = 2{,}4$, $K_{12} = 3{,}5$	$I = 70\%$	60%	63%	30%	14%	15%

$$I = \sqrt{\frac{3 \sum I_n^2 \, K_n}{K_2}} \quad \text{für } \cos \varphi_n = 1.$$

Die Zahlentafel zeigt, daß die Dämpferbeanspruchung im wesentlichen durch das Frequenzpaar niedrigster Ordnung bestimmt wird.

Die Dämpferbeanspruchung, die dem Einphasenstrom von 60 % (14 %) des Generatornennstromes entspricht, gilt für normale Verhältnisse dann, wenn der Generator mit seiner Nennleistung Belastung sechsphasiger (zwölfphasiger) Gleichrichter führt.

Der Regelfall wird aber immer der sein, daß Kraftwerke nur anteilweise mit Gleichrichtern belastet werden. Für diese Fälle kann folgende Zahl als Anhalt dienen. Belastet man einen Generator mit 40 % seiner Nennlast mit sechsphasigem Gleichrichterstrom bei 20° Überlappung, so ist ein für 30 % einphasige Belastung gebauter Dämpfer voll beansprucht. Die restlichen 60 %, also bis annähernd Nennlast, kann ein solcher Generator mit symmetrischer, sinusförmiger Last zusätzlich belastet werden.

Wenn in künftigen Sonderfällen Kraftwerke spezifisch höher mit Gleichrichterströmen belastet werden sollen, so ist der neuzeitliche Generatorenbau in der Lage, den Anforderungen dadurch gerecht zu werden, daß die einphasige Belastbarkeit des Generators durch Vervollkommnung des Dämpferkäfigs auf die gewünschte Höhe gebracht wird.

Wir haben stillschweigend unterstellt, daß die ganze Dämpfungsarbeit vom Dämpferkäfig allein übernommen wird. Das ist nicht streng richtig, denn die Dämpfungsströme in den anderen Konstruktionselementen des Induktors bedeuten für den Dämpfer eine Entlastung. Das gilt jedoch nicht nur für die Oberwellendämpfung, sondern auch für die Dämpfung des inversen Feldes der Einphasenbelastung. Damit, daß beide in Beziehung zueinander gesetzt sind, ist ein Teil der Ungenauigkeiten ausgeglichen. Der Unterschied, der durch die Verschiedenheit der Frequenzen in die Rechnung kommt, ist vernachlässigt. Die genannten Zahlen geben daher obere Grenzwerte der Dämpferbeanspruchung an.

3. Die Veränderung der Netzspannungskurve durch Stromrichterbelastung.

Die Notwendigkeit, die Kurvenform der Spannung oberwellenarm zu erhalten, hat in der Vergangenheit die Entwicklung von Maschinen und Apparaten beeinflußt. Die Erhaltung der Spannungskurve ist vorteilhaft mit Rücksicht auf die Löschfähigkeit des Erdschluß-Lichtbogens und mit Rücksicht auf andere, die Sicherheit der Übertragung und die Interessen der Abnehmer berührende Eigenheiten. Sie ist auch Mittel zum Zweck; denn wir werden sehen, daß größere Veränderungen der Spannungskurve Hand in Hand gehen können mit Strömen höherer Frequenz, deren Größenordnung durch ganz andere Gesetze bestimmt wird, als die eingangs gezeigte Analyse der Stromrichterkurven auf den ersten Blick erwarten läßt.

Wir wollen sehen, unter welchen Bedingungen Veränderungen der Spannungskurven vor sich gehen.

Die Abb. 5 zeigt links das Schaltbild eines Gleichrichters im Anschluß an einen Synchrongenerator. Zwischen beiden liegen keinerlei Netzreaktanzen oder Widerstände. Der Gleichrichter entnimmt dem Generator ein Gemisch von Strömen verschiedener Frequenzen. Das

Ankerrückwirkungsfeld der Grundwelle läuft synchron mit dem Polrad um. Die Stromoberwellen erzeugen Drehfelder, die mit der ihrer Frequenz zugeordneten Geschwindigkeit und mit dem ihnen eigenen Drehsinn umlaufen. Wir wollen für die folgenden Betrachtungen unterstellen, daß die im Ständer auftretenden Oberfelder praktisch ausgelöscht werden durch die im Dämpfer und in anderen Konstruktionsteilen des Läufers entstehenden Dämpfungsströme. Bei Annahme unendlich starker Dämpfung ist das Luftspaltfeld des Generators keinerlei Pulsationen unterworfen. Es ergibt sich also als Anfangsbedingung für unsere Betrachtung eine durch die Oberwellen im Primärstrom nicht beeinflußte, in neuzeitlichen Maschinen also praktisch sinusförmige EMK.

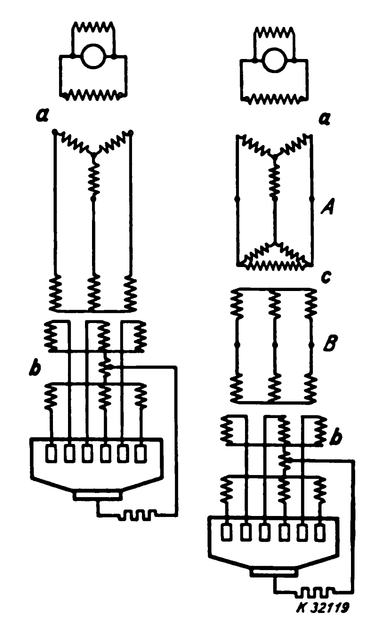


Abb. 5. Schaltbilder von Gleichrichteranlagen.

Ist die EMK des Generators noch sinusförmig, so ist es die Klemmenspannung schon nicht mehr. Denn die Oberwellen im Strom bilden mit den Streureaktanzen der Ständerwicklung Spannungsabfälle ihrer Frequenz, die sich von der sinusförmigen EMK abziehen und damit zu einer Verzerrung der Klemmenspannung führen. Der Spannungsabfall U_{sn} des Oberwellenstromes I_n ist proportional I_n und der Frequenz $n \cdot 50$[6]).
Es wird also

$$U_{sn}\,\% = U_s\,\%\; n\, I_n/I$$

wobei I Nennstrom des Generators,
$U_s\,\%$ prozentuale Streuspannung des Generators für $f = 50$ und Nennstrom I,
n Ordnungszahl der Oberwelle,
X_s Phasenstreureaktanz für $f = 50$,
U_p Phasenspannung.

Der Einfluß des Transformators.

Wenn der Generator über einen Transformator gleicher Leistung mit der Kurzschlußspannung $U_k\,\%$ den Gleichrichter speist (Abb. 5, rechts), so wird für Punkt B), weil die Spannungsabfälle mit der Entfernung vom Generator wachsen: $U_{sn}\,\% = (U_s\,\% + U_k\,\%)\, n\, I_n/I$. Für den Punkt A) gilt nach wie vor $U_{sn}\,\% = U_s\,\%\; n\, I_n/I$.

Wenn $U_s\,\% + U_k\,\% = 15\,\%$, so erzeugt eine 5. Harmonische von 10 % des Generatornennstromes $15 \cdot 5 \cdot 0{,}1 = 7{,}5\,\%$ in der Spannung.

Liegt zwischen dem Transformator und Gleichrichter noch der Widerstand R, so ist der Spannungsabfall des Oberwellenstromes an diesem

$$U_{rn}\,\% = \frac{I_n\, R \cdot 100}{U_p}\,\%.$$

Die Spannung der Oberwelle am Punkt B beträgt dann

$$U_n\,\% = \sqrt{U_{sn}^2\,\% + U_{rn}^2\,\%}\,.$$

Aus dem Gesagten ergibt sich:

1. In den Gleichungen spielt I_n/I eine Rolle, d. i. das Verhältnis des tatsächlich fließenden Oberwellenstromes I_n zum Nennstrom des Generators bzw. Transformators. Da I_n durch die Gleichrichterleistung bestimmt ist, wird klar, daß das Verhältnis der Gleichrichterleistung zur Netznennleistung die Verzerrung der Spannung mitbestimmt. Dieses „Leistungsverhältnis" tritt jedoch, wie wir sehen werden, nur dann als allein maßgebliche Größe in die Erscheinung, wenn die Kapazität der Übertragungsglieder nicht ins Gewicht fällt.
2. Die Verzerrung der Spannung ist am kleinsten an den Klemmen der Generatoren, mit deren sinusförmiger EMK die Anfangsbedingung gegeben war, und wächst nach Maßgabe der von I_n durchflossenen Reaktanzen, wenn man sich dem Gleichrichter nähert. Auch diese Folgerung ist, wie wir sehen werden, nur in Fällen ohne Kapazität immer richtig.
3. An dem Gesagten ändert sich nichts, wenn man an Stelle des Gleichrichters eine Synchronmaschine mit einer so eigentümlichen inneren EMK einführt, daß die Maschine dem Netz einen Strom gleicher Form wie der Gleichrichter entnimmt. Man kann dann diese hypothetische Maschine in eine Anzahl Teilmaschinen zerlegt denken, welche sinusförmige EMKe der Grundfrequenz und derjenigen höheren Frequenzen erzeugen, welche im Primärstrom vorkommen. Diese Betrachtungsweise macht klar, daß man im Gleichrichter selbst den Oberwellengenerator sehen kann, welcher dem Netz Ströme aufzwingt, deren Größe und Frequenz durch den Primärstrom des Gleichrichters gegeben sind. Dieser Strom verteilt sich nun nach Maßgabe der Widerstände und Reaktanzen im ganzen Netz. Bemerkenswerterweise schließen sich die Oberwellenströme nicht allein über die Streureaktanzen der Kraftwerksgeneratoren, sondern auch über die der Motoren, so daß für die Betrachtung dieser Vorgänge die Reaktanz aller im Netz laufenden Motoren in Parallelschaltung zur Kraftwerksreaktanz angenommen werden muß.

Der Vergleich der Gleichrichteranlage mit einem Oberwellengenerator erleichtert sofort den Überblick über die Verhältnisse, wenn man dazu übergeht, die Netzkapazität in den Kreis der Betrachtungen mit einzubeziehen.

(Schluß folgt)

[6]) $U_{sn} = X_s\, n\, I_n$; $\frac{U_{sn} \cdot 100}{U_p} = \frac{X_s \cdot 100}{U_p}\, n\, I_n \frac{I}{I}$;
$U_{sn}\,\% = U_s\,\%\; n\, I_n/I$.

Untersuchung des luftelektrischen Potentialgefälles in der Arktis.

537. 21 : 551. 5

An der russischen Expedition nach Franz-Josefs-Land während des internationalen Polarjahres 1932/33 nahm J. Scholz als einziger Deutscher teil. Zur Bestimmung des luftelektrischen Potentialgefälles dienten ein Wilson-Gerät mit senkrechter Auffangplatte, ein schreibendes Benndorf-Elektrometer mit Poloniumsonde und ein Lutz-Einfadenelektrometer mit Poloniumsonde. Ein Vergleich der Instrumente unter den außergewöhnlichen meteorologischen Bedingungen der Arktis zeigte, daß das Wilson-Gerät am besten arbeitete[1]). Seine Angaben wurden nur durch ein Kontaktpotential von 0,20 V verfälscht. Die schreibenden Geräte versagten bei kaltem Wetter, da die Registrieruhren stehen blieben, die Schwefelsäure eindickte und die Isolation mangelhaft wurde. Im Sommer arbeiteten sie gut, wenn die Isolation durch Gefäße mit Phosphorpentoxyd verbessert wurde, die täglich in das Elektrometergehäuse gestellt wurden. Bei den Sondenmessungen erwies sich der Reduktionsfaktor nicht als konstant, da die Sonde die sich über dem Dach des Beobachtungshauses zusammendrängenden Äquipotentialflächen nicht senkrecht schnitt. Er mußte als Funktion des Potentialgefälles erst bestimmt werden.

Die Messungen zeigten einen Zusammenhang zwischen dem senkrechten Leitungsstrom und dem Auftreten von Polarlichtern: er wurde kleiner. Bei Schneestürmen während der kalten Monate war das Potentialgefälle sehr hoch. Diese hohen Werte traten bereits einige Stunden vor dem Schneesturm ein und blieben auch nach Vorüberziehen des Schneesturmes noch stundenlang erhalten. Zwischen Potentialgefälle und Strom ergab sich im Mittel eine lineare Abhängigkeit; das Ohmsche Gesetz behält also auch im Erdfeld seine Gültigkeit. Es gilt aber nur bis zu einem Felde von 100 V/m; dann wächst der Strom langsamer. *Br.*

[1]) J. Scholz, Z. Instrumentenkde. 55 (1935) S. 157; Forschg. u. Fortschr. 11 (1935) S. 35.



Elektrographie, ein neues elektrostatisches Aufzeichnungsverfahren und seine Anwendungen.

Von P. Selényi, Budapest.

621. 317. 755 : 621. 397

Übersicht. Der Aufsatz*) beschreibt ein Verfahren zur elektrostatischen Aufzeichnung von Oszillogrammen oder Bildern auf einer Isolierstoffplatte. Die Bilder werden durch Bestäuben mit Pulver sichtbar gemacht. Das Verfahren ist vielseitig anwendbar, wie durch Beispiele belegt wird.

Der Physikertagung in Hamburg im Jahre 1928 habe ich eine Hochvakuum-Kathodenstrahlröhre vorgeführt, in welcher die aufzunehmenden Kurven (Oszillogramme) mit Hilfe der negativen Ladungen der Elektronen unmittelbar auf der inneren Oberfläche des Kolbenbodens aufgezeichnet wurden. Die erhaltene unsichtbare „elektrische Schrift" wurde dadurch sichtbar gemacht („entwickelt"), daß man die Glaswand von außen mit einem positiv elektrischen Pulver, z. B. mit Mennige, bestäubte[1]). Dieses Verfahren wurde seinerzeit über das erste Versuchsstadium nicht weiter verfolgt. Neuerdings ist es mir gelungen, die Aufzeichnung von elektrischen Vorgängen mittels elektrostatischer Ladungen a u c h i n f r e i e r L u f t auszuführen und dadurch ein Aufzeichnungsverfahren zu schaffen, welches zu vielseitigen technischen und physikalischen Anwendungen geeignet erscheint.

Die zur Ausführung dieses Verfahrens („Elektrographie") dienende einfache Anordnung ist in Abb. 1 dargestellt; ihrer Wirkungsweise nach ist dieselbe mit einer Dreielektrodenröhre bzw. einer Braunschen Röhre zu vergleichen. Die Glühkathode *K* besteht aus Platinband oder Platindraht und ist mit Bariumoxyd überzogen. In einem Abstand von einigen Zehntelmillimeter vor ihr befindet sich der Metallschirm (Lochblende) *G*, welcher eine zweifache Aufgabe zu erfüllen hat. Einerseits begrenzt die Öffnung der Blende den Querschnitt des durchfließenden Ionenstromes, anderseits spielt der Schirm zugleich die Rolle des Gitters bzw. des Wehneltschen Zylinders, indem die an den Schirm gelegte Spannung die Stärke des Ionenstromes steuert. Die Metallplatte *A* ist die Anode oder Saugelektrode; ihre vordere Fläche ist mit einem gut isolierenden Stoff *P*, z. B. mit Ebonit von ¼ bis ½ mm Dicke bedeckt. Der Abstand der Platte *P* vom Metallschirm soll ebenfalls möglichst klein sein, etwa ⅓ bis 1 mm.

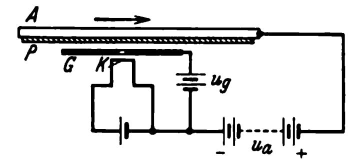


Abb. 1. Elektrographische Schreibvorrichtung.

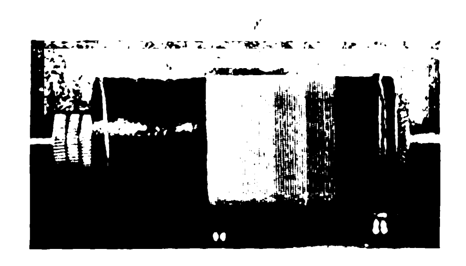


Abb. 2. Steuerwirkung der Gitterspannung.

Heizt man die Kathode und legt kurzzeitig an die Anode eine Spannung u_a von 500 bis 1000 V, so fließen Ionen durch die Öffnung des Gitters hindurch, laden die Fläche der Ebonitplatte auf, und nach der Bestäubung derselben erhält man darauf einen scharfbegrenzten kreisrunden Fleck. Läßt man die Anodenspannung längere Zeit wirken, so verbreitert sich das durchfließende Ionenbündel, der Fleck wird allmählich größer und erreicht zuletzt einen Durchmesser von etwa 5 bis 6 mm. Verschiebt man dagegen während der „Exposition" die Anode samt Ebonitplatte in ihrer Ebene selbst, so zeichnet das Ionenbündel eine gerade scharfe Linie auf die Platte. Diese „elektrische Linie" ist um so dünner, je schneller man die Anode verschiebt, bei gleichbleibender Geschwindigkeit dagegen hängt die Strichstärke von der Gitterspannung u_g ab, und zwar wird die Linie um so schmäler, je negativer die Gitterspannung gewählt wird. Die Abb. 2 zeigt eine solche Aufnahme, die auf der Aufnahmetrommel des in Abb. 3 schematisch dar-

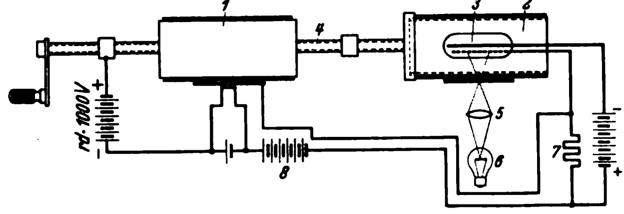


Abb. 3. Elektrographisches Bildübertragungsgerät.

gestellten Bildübertragungsgerätes aufgezeichnet wurde. Die Öffnung des Gitters bildete hier ein Quadrat von 0,75 mm Seitenlänge; die Anodenspannung betrug 1200 V und die Gitterspannung der Reihe nach + 2, 0, — 2 und — 4 V. Auf der Abbildung sieht man deutlich, wie die Linien mit zunehmend negativer Spannung schmäler werden; die Linien wurden durch Bestäubung mit Lykopodiumpulver sichtbar gemacht[2]).

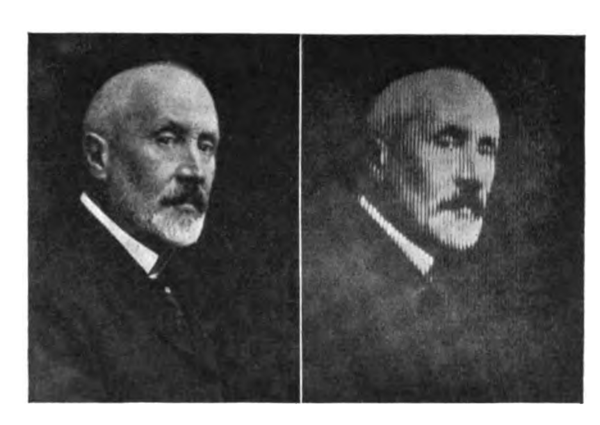


Abb. 4. Bildübertragung durch Elektrographie.

Es ist recht merkwürdig, daß man auf diese Weise so scharfe Linien zeichnen kann. Das ist dem Umstande zu verdanken, daß gut gereinigtes Hartgummi ein vorzüglicher Isolator ist; die übertragenen Ionen haften minutenlang und die Linien sind auch dann noch scharf, wenn die Bestäubung erst 5 bis 10 min nach dem Beschreiben erfolgt. Die Feinheit der Linien ist übrigens nur durch die Korngröße des verwendeten Pulvers begrenzt; es ist möglich, Linien aufzuzeichnen, welche nur aus einzelnen aneinandergereihten Pulverteilchen bestehen. Bei Verwendung von Lykopodiumpulver ist also die untere Grenze der Liniendicke etwa 0,03 bis 0,04 mm. Vom Standpunkte der praktischen Verwendbarkeit ist es von nicht minderer Wichtigkeit, daß die notwendigen Steuerspannungen recht klein sind.

Aus der großen Reihe der technischen Anwendungen des elektrographischen Verfahrens sei hier zuerst die B i l d t e l e g r a p h i e erwähnt. Diesbezügliche Versuche wurden mit einem einfachen Trommelgerät ausgeführt, bei welchem Sende- und Empfangstrommel auf der gleichen

*) Mitteilung aus dem Tungsram-Forschungslaboratorium Budapest-Ujpest. Nach einem Vortrage, gehalten im Ungarischen Elektrotechnischen Verein in Budapest am 30. 4. 1935.

[1]) ETZ 49 (1928) S. 868 u. 1815. Ferner E. A l b e r t i, Braunsche Kathodenstrahlröhren und ihre Anwendung, S. 114; Berlin: Julius Springer 1932.

[2]) Die Periodizität der Liniendicke rührt von der Störung durch den Lichtnetz-Wechselstrom von 50 Hz her.



Schraubenachse befestigt waren. Die Gesamtanordnung des Gerätes zeigt Abb. 3.

Rechts ist die Sende-, links die Empfangstrommel sichtbar. Erstere besteht aus Glas und trägt auf ihrem Umfange das zu übertragende Bild, etwa Positiv- oder Negativfilm. Die Photoströme der Cäsiumphotozelle *3* fließen durch den hohen Widerstand *7* (etwa 5 MΩ) ab und erzeugen an demselben einen ohmschen Spannungsabfall, der unmittelbar ohne Verstärkung dem Gitter der elektrographischen Schreibvorrichtung zugeführt wird. Durch die Gittervorspannung *8* wird der Arbeitspunkt auf die richtige Stelle der Kennlinie eingestellt. Das Ergebnis einer solchen Bildübertragung — das Bildnis des bekannten ungarischen Physikers Baron Roland Eötvös — zeigt Abb. 4; links ist die Vorlage, rechts das wiedergegebene Bild zu sehen. Das Bild wurde auf Hartgummi aufgezeichnet und mit Lykopodiumpulver entwickelt. Obzwar der benutzte Linienabstand (auf dem Original 0,75 mm) ziemlich groß ist, ist das übertragene Bild doch schon recht gut. Ein besonderer Vorteil dieses Verfahrens ist es, daß man das Bild oder irgendeine Aufzeichnung von der Ebonitplatte mit einem Lappen oder einem Luftstrom leicht und restlos entfernen kann; die Platte wird nachher durch eine Bunsenflamme von zufälligen elektrischen Ladungen befreit und ist für weitere Aufzeichnungen fast unbegrenzt zu verwenden. Es ist aber auch möglich, die Bilder zu fixieren. Man benutzt dann für die Aufnahme mit Paraffin, Schellack, Damarlack o. dgl. überzogenes Papier und fixiert das entwickelte Bild (die Pulverteilchen) nachher durch gelindes Erwärmen des Papiers.

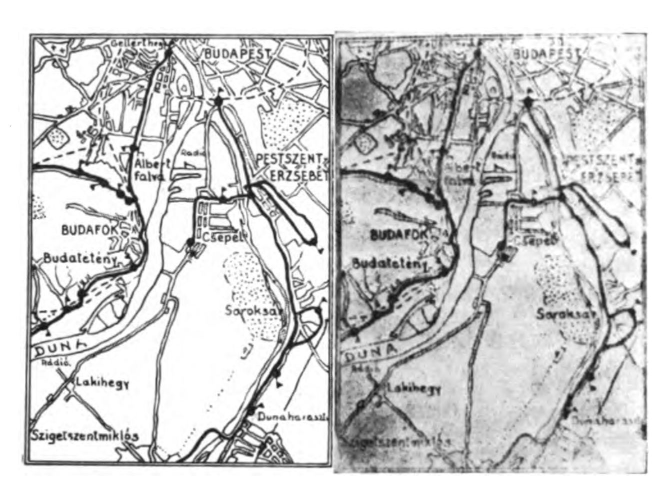


Abb. 5. Übertragung einer Tuschzeichnung; links Vorlage, rechts die elektrographische Wiedergabe.

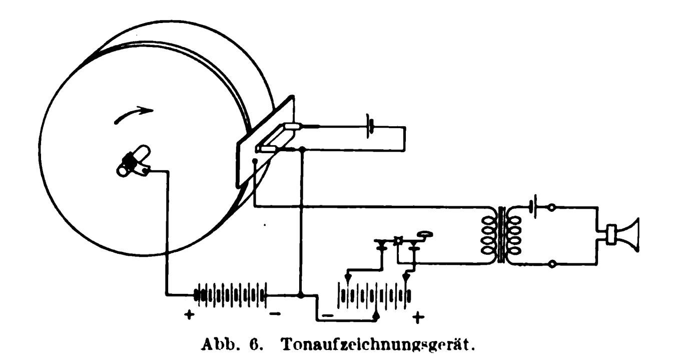


Abb. 6. Tonaufzeichnungsgerät.

Es versteht sich von selbst, daß das elektrographische Verfahren für die Übertragung von Schwarz-Weiß-Zeichnungen besonders gut geeignet ist. Auf der Abb. 5 zeigen wir das Ergebnis einer solchen Übertragung. Diese Übertragung erfolgte ebenfalls im „Kurzschluß", für die Verstärkung des Photostromes war diesmal ein einstufiger Gleichstromverstärker verwendet. Sende- und Empfangstrommel hatten einen Durchmesser von 40 mm und waren unmittelbar miteinander gekoppelt. Die Drehgeschwindigkeit der Trommel war rd. 15 U/s, der Vorschub der Abtast- und Schreibvorrichtung 0,3 mm/U. Eine Vorlage von 9 · 12 cm wurde also in etwa 20 s übertragen. Auf der Wiedergabe sind sämtliche Einzelheiten der Vorlage zu erkennen.

Es ist auch möglich, mit Hilfe der Elektrographie Wechselstromkurven, Tonaufzeichnungen u. dgl. aufzunehmen. In diesem Falle ist der Metallschirm (die Steuerelektrode) an Stelle des Loches mit einem Spalt versehen, dessen Längsrichtung senkrecht zur Verschiebung der Aufnahmeplatte steht; vor dem Spalt ist eine ebenfalls längliche Kathode anzuordnen. Eine solche Vorrichtung zeigt Abb. 6.

Da für die Aussteuerung des Ionenbündels eine Steuerspannung von wenigen Volt ausreicht, so braucht man auch für die Tonaufzeichnung keine Verstärkung; es genügt, die Mikrophonströme auf einige Volt hinauf zu transformieren. Verwendet man — abweichend von der Abb. 6 — einen keilförmigen Spalt, so erhält man Tonaufzeichnungen, die eine Verbindung von Dichteschrift und Transversalschrift darstellen. Dieselbe Wirkung hat der ohmsche Spannungsabfall längs der unmittelbar geheizten Kathode. Um zu verhindern, daß die Trommel mehr als einmal überschrieben wird, verfährt man folgendermaßen: Man legt über den Ruhekontakt des in Abb. 6 eingezeichneten Tasters an das Gitter ständig eine so hohe negative Spannung, daß der Ionenstrom gesperrt wird, und tastet nur während der Aufnahme auf die entsprechende Gittervorspannung um. Auf der Abb. 7 sind einige solcher Tonaufzeichnungen sichtbar.

a
b
c
d

a) Wechselspannung 50 Hz b) Vokal a c) Vokal u d) Vokal e

Abb. 7. Elektrographische Tonaufzeichnungen.

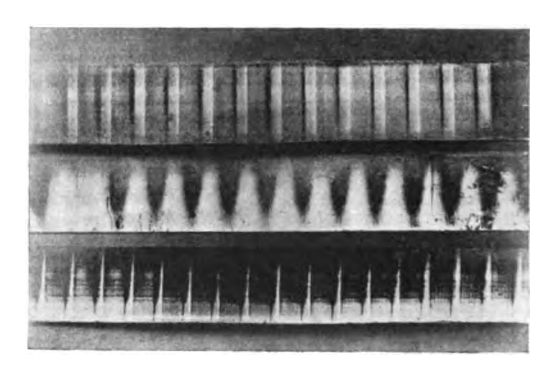


Abb. 8. Wechselstromkurven in Dichte- bzw. Zackenschrift.

Abb. 8 zeigt einige Wechselstromaufzeichnungen, und zwar in der Mitte den 50 Hz-Netzstrom, darüber und darunter einen Wechselstrom von sehr steilem Spannungsverlauf in Dichte- bzw. in Zackenschrift.

Es soll ausdrücklich betont werden, daß diese Aufzeichnungen noch bedeutend zu vervollkommnen sind. So ist es leicht möglich, Aufnahmen zu machen, bei denen auf 1 mm 8 bis 10 Linien fallen. Über die obere Grenze der noch aufnehmbaren Frequenz ist folgendes zu sagen. Bei der Bildübertragung konnten wir etwa 6000 Bildpunkte in der Sekunde aufzeichnen; eine größere Schreibgeschwindigkeit (größere Drehzahl der Trommel) gestattete das vorhandene Gerät nicht. Töne, die an der oberen Grenze der Hörbarkeit liegen, können ohne weiteres aufgezeichnet werden. Aus einfachen theoretischen Überlegungen folgt die Möglichkeit, einige hunderttausend Bildpunkte in der Sekunde aufzunehmen. Gelingt es, dies zu verwirklichen, so kann man mit dem beschriebenen Verfahren auch bewegte Bilder — nach der Art des Zwischenfilmverfahrens — übertragen.



Zum Schluß seien noch die Vorzüge dieses elektrostatischen Verfahrens zusammengefaßt. Dies sind: die Einfachheit des Gerätes, der geringe Energiebedarf, leichte Ausführbarkeit, Wiederholbarkeit und sofortige Sichtbarkeit der Aufzeichnung und nicht zuletzt die weitgehende Trägheitslosigkeit. Demzufolge dürfte dieses Verfahren — außer seinen praktischen Verwendungen — auch als Hilfsmittel bei physikalischen Versuchen gute Dienste leisten. Für die Aufzeichnung unerwarteter Vorgänge (Überspannungen, in Verbindung mit einem Geigerschen Spitzenzähler usw.) ist das Verfahren besonders geeignet. Man setzt die Aufnahmetrommel (s. Abb. 6) in ständige Drehung und legt an das Gitter eine so hohe negative Spannung, daß eine Aufzeichnung nur in dem Augenblick erfolgt, wo durch den zu verzeichnenden Vorgang dem Gitter ein genügender positiver Spannungsstoß erteilt wird.

Zusammenfassung.

Elektrische Vorgänge aller Art können mit Hilfe eines in freier Luft erzeugten schmalen Ionenbündels auf einer bewegten Isolierstoffplatte als vorerst unsichtbare „elektrische Bilder" aufgezeichnet und durch Bestäuben mit einem feinen Pulver sichtbar gemacht werden. Das neue Verfahren (Elektrographie) ist einfach, leicht ausführbar und wiederholbar, es ist ferner weitgehend trägheitslos. Beispiele aus der Bildübertragung, der Tonaufzeichnung und der Aufnahme von Wechselstromkurven zeigen die Anwendbarkeit des Verfahrens.

Leitungsschutz beim Außertrittfallen der Kraftwerke.

Aus der deutschen und amerikanischen Praxis.

Von **Franz Cornelsen**, Berlin.

621. 316. 925 : 621. 316. 1. 016. 32

Übersicht. Die verschiedenen Arten des Leitungsschutzes werden durch Pendeln und Außertrittfallen der Kraftwerke in verschiedener Weise beeinflußt. Es muß grundsätzlich verhütet werden, daß bei derartigen Schwebungen der Leitungsschutz abschaltet. Erst wenn das Durchlaufen der Kraftwerke so schnell erfolgt, daß keine Aussicht auf „Wiederfangen" besteht, muß das Netz in ganz bestimmter Weise aufgetrennt werden. Es wird eine Übersicht über die Verfahren gegeben, die in mehr oder minder vollkommener Weise die Erfüllung einer, zum Teil beider Forderungen ermöglichen.

Als man vor mehreren Jahren in Deutschland und Amerika anfing, für den Schutz von Leitungen Relais nach dem Widerstandsprinzip zu bauen, war von dem Einfluß der Pendelungen noch wenig die Rede. Man bemühte sich mit Erfolg, die Relais meßtechnisch und mechanisch so zu vervollkommnen, daß Kurzschlüsse zuverlässig und selektiv abgeschaltet werden. Dabei erreichte man durch eine möglichst kurzzeitige Abschaltung nicht nur, daß die Zerstörung durch den Kurzschluß in erträglichen Grenzen blieb, sondern verminderte auch die Gefahr der Entstehung von Pendelungen. Die Einführung von Eilrelais erhöhte die Stabilität der Netze, so z. B. der sogenannte Eilkontakt des Impedanzrelais[1]) oder die Verwendung schnellarbeitender Kipprelais, die besonders in Amerika viel benutzt werden.

Schon vor mehreren Jahren ist darauf hingewiesen worden[2]), daß Schwebungen auch nach relativ schnellem Abschalten des Kurzschlusses auftreten können. In erster Linie ist der Kurzschlußort maßgeblich. Bei einem Kurzschluß in der Nähe eines Kraftwerkes ist die Gefahr des Außertrittfallens besonders groß. Auch ist die Rückwirkung des Kurzschlusses auf die Drehzahl der Maschinen eines Netzes meist recht verschieden. Der Unterschied ist nicht nur groß zwischen Wasserkraft- und Dampfmaschinen, er ist beträchtlich auch innerhalb dieser Gruppen schon durch die verschiedenen Schwungmassenverhältnisse.

Mit der Geschwindigkeitserhöhung der Kurzschlußabschaltung allein war die Gefahr der Entstehung von Pendelungen zwar stark vermindert, aber nicht behoben[3, 4]). Diesem Vorteil gesellte sich ein Nachteil bei, der langsamen Relais nicht anhaftete: Wenn es zu Pendelungen kommt, dann neigen die Schnellrelais eher zum Auslösen. Das ist meist unerwünscht. Früher fiel die Mehrzahl der langsamen Relais bei normalen Pendelungen und Außertrittfallen immer wieder zurück, weil die Dauer der Schwebungen nicht ausreichte, um ein Auslösen herbeizuführen. Das wurde damals als Fehler empfunden, weil damit auch keine Trennung der Kraftwerke möglich war[5]). Die meisten Eilrelais sprechen jedoch auf relativ schnelles Durchlaufen an und können abschalten. Diese Gefahr zeigte sich vor allem in Amerika, wo ein Wettlauf der Relaishersteller um die Abschaltgeschwindigkeit entstand. So wünschenswert die Schnellabschaltung für die Kurzschlußbegrenzung an sich ist, so sehr wird beim Auftreten von Pendelungen unerwünschtes, häufiges Abschalten und Auftrennen von Netzen erfolgen, wenn man keine Gegenmaßnahmen trifft.

Bei langsamen Pendelungen der Kraftwerke dauert die Anregezeit länger, und die Gefahr der Auslösung ist größer als bei schnellen Schwebungen, die selbst bei neuzeitlichen Eilrelais nicht immer zur Auslösung führen können. Das ist aber gerade das, was man vom Betriebsstandpunkt aus n i c h t will! Bei langsamen Schwebungen kann man hoffen, daß sich die Kraftwerke wieder gegenseitig in den Synchronismus hineinziehen, auch dann, wenn Außertrittfallen erfolgt ist. Ein Abschalten muß also zunächst noch unterbleiben. Erst dann, wenn die Schwebungen schneller werden, also die Hoffnung auf ein „Fangen" nicht mehr besteht, muß an einem bestimmten Punkt aufgetrennt werden.

Auf den Vorteil der Schnellabschaltung von Kurzschlüssen darf auf keinen Fall verzichtet werden. Um trotzdem genügende Sicherheit bei Pendelungen zu bekommen, ist eine Reihe von Vorschlägen gemacht worden. Ein Teil derartiger Stabilisierungseinrichtungen gegen Pendelungen läßt sich nur für die eine oder andere Schutzart anwenden, andere sind unabhängig von der Schutzart a l l g e m e i n anwendbar.

A. Verfahren für Sperrung gegen Fehlabschaltungen durch Pendelungen und Außertrittfallen.

Bekanntlich besteht der Staffelschutz nach dem Widerstandsprinzip aus Anregung, dem eigentlichen Meßwerk (Impedanz- oder Reaktanzmeßwerk) und einem Richtungsglied. Jeder Pendelvorgang führt zu einem Anschwellen und Abnehmen des Stromes und einem gleichzeitigen Abnehmen und Zunehmen der Spannung. Außerdem ändern sich die Winkelbeziehungen, die beim relativ harmlosen Pendeln um einen Mittelwert hin und her schwingen, beim Außertrittfallen aber sämtliche Werte von 0 bis 360° durchlaufen.

Das A n r e g e g l i e d — meist Überstrom- oder Quotientenanregung — spricht im Takt der Schwebung an und veranlaßt das Zeitwerk des Widerstandmeßwerkes abzulaufen. Das W i d e r s t a n d s m e ß w e r k selbst mißt den einander entgegengesetzten Verlauf von Strom und Spannung, so daß man bei dem Betrachten eines derartigen Relais den Eindruck haben könnte, als wanderte ein Kurzschluß auf der Leitung. Der größte Spannungszusammenbruch beim Durchlaufvorgang erfolgt in der Energiescheide, dem Widerstandszentrum. In der Nähe dieser Stelle werden die scheinbaren Widerstandswerte (Kurzschlußentfernung) besonders gering, so daß vor allem diese Relais gefährdet sind[6]).

Die R i c h t u n g s g l i e d e r schlagen in den einzelnen Stationen der Strecke infolge der scheinbaren Wanderung des Kurzschlußpunktes nacheinander um.

Ein Unempfindlichmachen des eigentlichen Meßwerkes gegen Pendelungen ist unmöglich, wenn man nicht gegen das Meßprinzip verstoßen will. Man kann den Schutz durch Widerstandsrelais mit besonderen Vorrichtungen

[1]) Neugebauer und Geise, Siemens-Z. 12 (1932) S. 47.
[2]) H. Thoma, ETZ 49 (1928) S. 417.
[3]) Neugebauer, ETZ 55 (1934) S. 181.
[4]) Schleicher und Neugebauer, Bericht Nr. 101 der CIGRÉ 1933.
[5]) Thoma, s. Fußnote 2.
[6]) Schimpf, ETZ 54 (1933) S. 1134.

versehen, die ihrerseits nur auf Pendelungen reagieren und dann z. B. die Schnellschaltmöglichkeit wegnehmen. Diese Verfahren sind jedoch nicht nur für den Distanzschutz, sondern auch z. B. für den Richtungsvergleichsschutz anwendbar; sie werden deshalb im Zusammenhang mit diesen besprochen. Andere Verfahren sind im Gegensatz zu diesem Wege nur für die eine oder andere Schaltart anwendbar.

I. a) Sonderverfahren bei Widerstandsrelais.

Grundsätzlich besteht bei jeder Art Widerstandsschutz keine Möglichkeit der vollkommenen Stabilisierung des Meßwerkes selbst gegen Pendelungen. Doch unterscheiden sich die einzelnen Ausführungen in ihrem Verhalten beim Verlust des Synchronismus durch ihre verschiedene Wirkungsweise in meßtechnischer und baulicher Hinsicht.

Beim Reaktanzrelais, das bekanntlich außer dem Verhältnis von Spannung zu Strom noch den Winkel zwischen den beiden Vektoren mißt, ist zu beachten, daß beim Außertrittfallen der Winkel alle Stellungen von 0 bis 360 ° durchläuft. Während einer bestimmten Zeit wird infolgedessen die Reaktanz nicht nur Null, sondern sogar negativ. Daher sind Relais nach dem Blindwiderstandsprinzip besonders empfindlich gegen Schwebungen und Außertrittfallen. Um trotzdem eine gewisse Stabilisierung des Reaktanzrelais zu erreichen, benutzt eine amerikanische Firma ein Anregerelais, das gewöhnlichen Pendelungen gegenüber eine etwas größere Unempfindlichkeit hat als z. B. ein Quotientenrelais[7]).

Dem Anregeglied ist ein Sperrmoment aufgedrückt, das nach einer Exponentialfunktion mit geringer werdender Spannung sehr stark sinkt, und zwar mit Hilfe eines Tyrits. Bei einem Tyrit verläuft, ähnlich wie bei Urandioxyd, die Strom-Spannungs-(Widerstands-)Kennlinie nicht linear, sondern nach einer Exponentialfunktion. Auf diese Weise neigt das Relais bei niedrigen Spannungen sehr viel eher zum Ansprechen als bei hohen Spannungen. Man geht von der Voraussetzung aus, daß bei Schwebungen die Spannung selten so stark sinkt wie bei Kurzschlüssen. Bei kleineren „synchronen" Schwebungen trifft diese Annahme zu, nicht aber für den Verlust des Synchronismus. Abgesehen von der Spannung ist dieses Relais stark von der Winkellage der Spannungsvektoren der Kraftwerke zueinander abhängig und neigt bei stärkerer Verdrehung schon bei wesentlich geringeren Stromstärken zum Ansprechen.

Für dieses Reaktanzrelais sind maßgebend:

1. Das Reaktanzzentrum, das sich je nach Maschineneinsatz, Schaltung der Transformatoren, Betrieb von Einfach- und Doppelleitung usw. ändert.
2. Lage des Relais zum Reaktanzzentrum.
3. Der Vektorwinkel zwischen den Spannungen der Kraftwerke.

Wie aus Kurven über dieses Relais[8]) hervorgeht, neigt bei dieser Anordnung nicht mehr das Relais, das dem Zentrum am nächsten liegt, am meisten zur Auslösung, sondern je nach der Einstellung ein Relais, das in 40 bis 80 % „elektrischer Entfernung" (der Gesamtreaktanz) davon liegt. Wenn man also annimmt, daß 30 % der Gesamtreaktanz auf Maschinen und Transformatoren entfallen, so erfolgt beim Durchlaufen und auch schon bei schweren Schwebungen ein Auftrennen des Netzes mit großer Wahrscheinlichkeit nicht weit von den Speisestellen, in großer Entfernung jedenfalls vor der natürlichen Leistungsscheide.

Beim Impedanzrelais ist vorteilhaft, daß es grundsätzlich weniger pendelempfindlich ist, weil bei ihm die Winkelbeziehungen unmittelbar keine Rolle spielen. Am unempfindlichsten, d. h. günstigsten in dieser Richtung sind Relais, bei denen die Messung durch ein Ohmmeter erfolgt. Ungünstiger sind Bauarten, bei denen Zähler und Nenner des Quotienten Spannung zu Stromstärke für sich gebildet und dann mechanisch miteinander in Beziehung gebracht werden. Besonders ungünstig wirkt sich diese Teilung aus, wenn irgendeine Summierung einer der beiden Größen möglich ist. Wenn z. B. der Stromwert mit Hilfe eines Bimetallstreifens erfaßt wird, ist von vornherein bei einer Pendelung eine Art Vortrieb in Auslöserichtung da, der mit jedem Pendelimpuls größer wird und beim Absinken der Spannung zu sofortigem Auslösen führt. Impedanzrelais, bei denen keine derartige Summierung — z. B. auch durch Federn — erfolgt, sind daher verhältnismäßig pendelsicher, besonders in einiger Entfernung vom Widerstandszentrum. Nur dann, wenn die Eigenzeit sehr kurz wird, ist auch bei ihnen unbedingt eine besondere Pendelsperre vorzusehen. Das gilt also besonders für die erste Stufe der Impedanzrelais.

I. b) Sonderverfahren für Streckenschutz.

Man ist sich auch in Amerika darüber vollständig einig, daß der Streckenschutz durch Richtungsvergleich auch in seinem Verhalten bei Pendelungen der zuverlässigste Schutz ist. Da nur mit Streckenschutzsystemen wirkliche Schnellabschaltung aller Fehler möglich ist, können Pendelungen von vornherein kaum auftreten. Bei dieser Schutzart ist außerdem eine Sperrung gegen Pendeleinflüsse einfacher als bei den übrigen Schutzsystemen. Man hat daher in Amerika wegen der günstigeren Verhältnisse beim Außertrittfallen bei allen wichtigen Netzteilen (z. B. Niagara—Hudson—New York, Boulder Dam—Los Angeles) die höheren Kosten eines Hochfrequenz-Streckenschutzes in Kauf genommen[8, 9, 10, 11]). Im deutschen Schrifttum ist schon ausgeführt worden, daß auch der Streckenschutz trotz seiner größeren Stabilität beim Durchlaufen Fehlauslösungen vornehmen kann, wenn man nicht Vorsorge dagegen trifft[12]).

Bei den üblichen Schaltungen der Richtungsrelais (z. B. Phasenstrom und verkettete Spannung) schlagen bei einem Durchlaufvorgang die Relais nacheinander um. Dieses Nacheinander des Hin und Her geht je nach der Durchlaufgeschwindigkeit mehr oder minder schnell. Wegen dieser scheinbaren Wanderung des Kurzschlußpunktes zeigen die Relais während eines gewissen Zeitraumes aufeinander. Die Auslösung ist also möglich, wenn die Apparate schnell genug arbeiten. Wieviele Schalter fallen, hängt außerdem vor allem von der Eigenzeit der Schalter ab. Während man in Deutschland für den Hochfrequenzschutz dieselben Sperranordnungen anwendet wie z. B. für Widerstandsschutz, werden in Amerika besondere Verfahren eingeschlagen.

So kann durch Drehung des Spannungsvektors für die Richtungsrelais erreicht werden, daß sie alle bei einem Durchlaufvorgang gleichzeitig umschlagen[13, 14]). Diese Winkelverschiebung muß sich nach den Eigenwinkeln von Netz und Maschinen richten. Das bedeutet also eine Einschränkung der Zuverlässigkeit auf bestimmte Betriebsverhältnisse. Ein gewisser Nachteil derartiger Anordnungen ist auch die Verminderung der Drehmomente im Kurzschlußfall gegenüber den normalen Schaltungen. In Deutschland ist auf die Anwendung dieses an sich naheliegenden Verfahrens bisher verzichtet worden. In Amerika ist es für die bereits erwähnte Leitung Niagara—New York angewendet worden. Allerdings waren hier die Anforderungen nicht sehr hoch. Denn man begnügte sich damit, beim Durchlaufen das sofortige Auftrennen an einem bestimmten Punkt zuzulassen.

Der andere Weg der Dehnung des Sperrimpulses[15]) ist nur dann anwendbar, wenn man ein System benutzt, bei dem die Sperrung der Gegenseite durch einen Arbeitsstromimpuls erfolgt. Dieser Sperrbefehl wird nun zeitlich gedehnt. Das Relais am anderen Ende der Leitung hat dann inzwischen Zeit, während des Durchlaufvorganges seinerseits in die Sperrichtung zu gehen. Da das Nacheinander des Umschlagens („Nachklappen") von der Geschwindigkeit des Durchlaufens abhängt, muß im allgemeinen die Verzögerungszeit relativ lang sein, denn sonst besteht die Gefahr einer unerwünschten Auftrennung gerade bei langsamen Schwebungen. Je schneller und damit „abschaltreifer" also die Schwebung wird, um so geringer wird die Möglichkeit einer Auftrennung. Auch hier besteht wie bei allen Arbeitsstromsystemen, bei denen die Verbindung über einen Hochfrequenzkanal geht, die Schwierigkeit, daß beim Ausbleiben der Hochfrequenz nicht nur die Möglichkeit von Fehlabschaltungen bei außenliegenden Kurzschlüssen vorhanden ist[12]), sondern auch die andere, daß bei Pendelungen die Schnellauslösung nicht verriegelt wird und die Schalter fallen können.

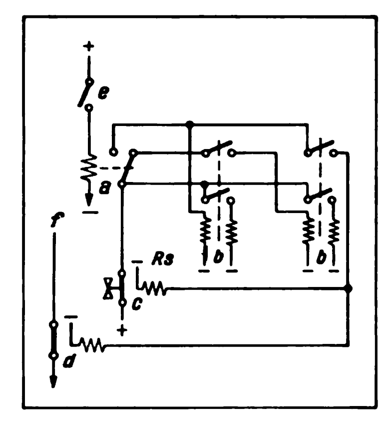
---

7) Warrington, Electr. Engng. 52 (1933) S. 248
8) Bancker u. Hunter, Electr. Engng. 53 (1934) S. 1073.
9) Braley u. Harvey, Electr. Engng. 54 (1935) S. 189.
10) Scattergood, Electr. Engng. 54 (1935) S. 510.
11) Browne u. Vest, Electr. Engng. 54 (1935) S. 109.
12) Neugebauer, Siemens-Z. 15 (1934) S. 83.
13) Schimpf, s. Fußnote 6.
14) Braley u. Harvey, s. Fußnote 9.
15) Braley u. Harvey, s. Fußnote 9.



II. Von der Schutzart unabhängige Pendelsperrung[16]).

a) Sperrung der Schnellstufen nach erster Anregung (Deutschland). Sobald nach der ersten Anregung durch den Kurzschluß dieser abgeschaltet wird und das Relais wieder abfällt, wird durch ein sehr einfaches Verfahren bewirkt, daß bei einer unmittelbar darauf folgenden Anregung durch eine Pendelung inzwischen der Schnellschutz, z. B. die erste Stufe des Distanzschutzes, außer Betrieb gesetzt ist. Bei einer derartigen Anordnung wird also die Kurzschlußabtrennung selbst nach wie vor schnell erfolgen können, ohne daß durch die nachfolgenden Pendelungen ein Sofortabschalten möglich ist (Abb. 1).



a Hilfsrelais mit Umschaltekontakt
b Hilfsrelais mit Doppelwicklung
c Zeitrelais mit Ruhekontakt zum Auflösen der Selbsthaltung
d Hilfsrelais mit Ruhekontakt zum Fortnehmen der Schnellschaltstufe *f*
e Kontakt des Anregegliedes

Abb. 1. Pendelsperrung durch Fortnehmen der Schnellstufe nach der ersten Anregung.

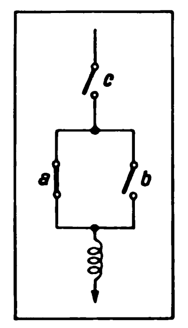
b) Sperrung durch die Leistungsrichtung (Deutschland). Im Kurzschlußfall zeigen die Richtungsrelais auf den Fehler zu. Die Hälfte aller Relais weist auf die Sammelschiene. Da also der eigentliche Fehler außerhalb ihres Bereiches liegt, kann für diese Relaissätze die Schnellschaltmöglichkeit fortgenommen werden. Beim Umschlagen durch ein Durchlaufen zeigen die übrigen Relais auf ihre Sammelschiene, und auch bei ihnen kann nun sofort die Schnellschaltmöglichkeit unwirksam gemacht werden. Auf diese Weise werden alle Stationen pendelfest, indem man z. B. bei Hochfrequenzstreckenschutz die Schnellauslösung fortnimmt oder beim Distanzschutz die Grundzeiten heraufsetzt bzw. die Schnellkippstufen außer Betrieb setzt.

c) Sperrung nach einer gewissen Zeit (Deutschland). Für bestimmte Kurzschlußfälle muß nach einer bestimmten Zeit abgeschaltet sein, so z. B. beim Widerstandsschutz, wo mit gewissen Einschränkungen die Einstellung des Relais der Entfernung der Kurzschlußstelle zu seinem Standort proportional ist. Wenn ein Distanzrelais also eine gewisse Zeit gelaufen ist, ohne abzuschalten, so kann das als Maß dafür angesehen werden, daß der Kurzschluß nicht in seinem Bereich liegt. Man kann nun nach einer bestimmten Zeit die Schnellstufe wegnehmen oder die Grundzeit heraufsetzen. Man kann aber auch die tatsächlich abgelaufene Kurzschlußdauer festhalten. Bei einer Neuanregung muß dann immer erst wieder diese Zeit durchlaufen werden, bevor abgeschaltet werden kann. Für diese zweite Anregung ist dann für alle Relais die Grundzeit gleich der vorangegangenen Kurzschlußdauer.

d) Sperrung durch rückläufiges Drehfeld (Deutschland und Amerika). Beim Außertrittfallen tritt kein rückläufiges Drehfeld auf, dagegen beim zweipoligen Kurzschluß. Da aber auch beim dreipoligen Kurzschluß kein negatives Drehfeld vorhanden ist, kann kein Unterschied zwischen diesem Fehlerfall und dem Pendelvorgang gemacht werden. Man kann also durch Verwenden eines Drehfeldscheiders erreichen, daß z. B. beim Distanzschutz ein- und zweipolige Kurzschlüsse schnell abgeschaltet werden. Man muß dann aber in Kauf nehmen, daß dann auch für dreipolige Kurzschlüsse die Schnellauslösung nicht möglich ist. Günstigstenfalls können jedoch auch dreipolige Kurzschlüsse durch das Auftreten verschieden langer Lichtbogen unsymmetrisch werden.

e) Verwenden eines Wirkleistungsrelais (Amerika). Bei einem dreipoligen Kurzschluß wird die synchronisierende Leistung durch die Spannungsabschnürung im Kurzschlußpunkt sehr gering, beim satten Kurzschluß Null. Bei einer Pendelung ist der Leistungsaustausch hoch. Es liegt also der Gedanke nahe, ein Wirkleistungsrelais mit Ruhekontakt zu benutzen, über den der Auslöseimpuls geführt wird[17]). Beim Verlust des Synchronismus steigt die Wirkleistung an, der Kontakt wird aufgerissen und sperrt. Die Schwierigkeit dieser Anordnung liegt wieder an dem Auftreten eines kritischen Meßbereichs. So kann bei schwachem Maschineneinsatz die Pendelleistung wesentlich absinken. Ferner bricht bei Kurzschlüssen über Lichtbogen, besonders aber wenn es sich um zweipolige Kurzschlüsse handelt, die Spannung an der Kurzschlußstelle nicht völlig zusammen. Genau wie bei einer Pendelung können also beträchtliche Leistungen auftreten, so daß das Gerät den Kurzschluß nicht abschalten würde. Mit Rücksicht auf diese Schwierigkeit ist eine Zeitverzögerung des Blockierungsrelais vorgeschlagen worden unter der Annahme, daß der Pendelvorgang langsamer verläuft als das Ausziehen des Lichtbogens. Es wird mit Recht dagegen der Einwand erhoben, daß eine zuverlässige Leistungs- und Zeiteinstellung im Betrieb große Schwierigkeiten macht[18]).

Die grundsätzlich beste Lösung ist wohl die Sperrung der Schnellstufen nach erster Anregung. Besonders günstige Ergebnisse bekommt man durch gemeinsame Anwendung mehrerer Sperranordnungen, z. B. die Wegnahme der Schnellstufe nach gewisser Zeit, zugleich durch Richtungsausschlag zur Sammelschiene hin. Auch das Zusammenarbeiten von Drehfeldscheider mit Richtungsrelais bringt eine gewisse Verbesserung[19]) (Abb. 2).



a Wirkleistungsrelais mit Ruhekontakt
b Drehfeldscheider
c Leitungsschutzrelais

Abb. 2. Pendelsperrung durch gleichzeitige Verwendung von Wirkleistungsrelais und Drehfeldscheider.

Bei allen Pendelsperren mit Selbsthaltekontakt muß die Sperrung nach einer gewissen Zeit wieder aufgehoben werden, damit der Schnellschutz wieder für den nächsten Kurzschluß betriebsbereit ist. Am günstigsten ist ein Wechselstromrelais, das z. B. 10 s nach Einsetzen normaler Spannungsverhältnisse den Haltekreis unterbricht (Abb. 1).

B. Auftrennung des Netzes beim Außertrittfallen.

Wir haben gesehen, durch welche Verfahren die Schutzsysteme pendelsicher gemacht werden können, indem die Schnellschaltmöglichkeiten fortgenommen werden.

Es gibt Verfahren, die es gestatten, nicht nur einen Durchlaufvorgang vom dreipoligen Kurzschluß sofort zu unterscheiden, sondern die auch die Wanderrichtung des scheinbaren Kurzschlußpunktes angeben. Derartige Anordnungen können in den Kraftwerken dazu benutzt werden, die Regler so zu beeinflussen, daß das „Fangen" erleichtert wird. Beim heutigen Stand der Reglertechnik kann man damit nur beschränkte Erfolge erzielen, weil das Verhältnis von Regelkräften zur „auseinandertreibenden Leistung"[20]) meist zu ungünstig ist. In Grenzfällen dürfte aber schon mit heutigen Mitteln ein Fangen möglich sein, das sonst nicht erfolgt wäre. Eine Besprechung dieser Möglichkeit, das Pendeln nicht in seiner Auswirkung zu betrachten, sondern in seiner Ursache[21]), geht über den Rahmen dieser Studie hinaus.

Hier kann nur eine Zusammenstellung der Verfahren gegeben werden, die eine Trennung der durcheinanderlaufenden Werke ermöglichen. Schon vor mehreren Jahren sind Vorschläge[22]) gemacht worden, eine Aufteilung zu ermöglichen, obwohl die Kurzschlußrelais damals noch relativ langsam arbeiteten. Wo man die Trennung vorneh-

[16]) S. a. Neugebauer, Bericht 330 der CIGRE, Paris 1935.

[17]) Bancker u. Hunter, s. Fußnote 8.
[18]) Powell, Electr. Engng. 53 (1934) S. 1320.
[19]) Calabrese, Electr. Engng. 53 (1934) S. 1321.
[20]) v. Timascheff, Elektrotechn. u. Maschinenb. 53 (1932) S. 641.
[21]) Vgl. auch Frensdorff, Kühn, Mayer, Peters, ETZ 52 (1931) S. 791, 1185, 1215, 1270, 1349, 1382, 1509, 1549, 1565.
[22]) Z. B. Thoma, s. Fußnote 2.



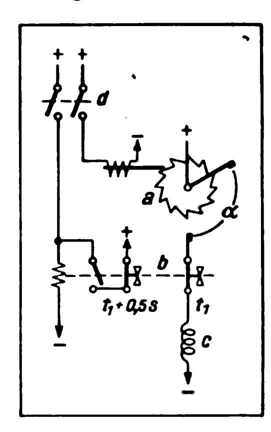
men will, richtet sich nach den Betriebsverhältnissen. Bei einer Auftrennung im Leistungsschwerpunkt bleibt die Energielieferung in jedem Falle sichergestellt. Beim Auftrennen an einem Kraftwerk ist das Synchronisieren meist bequemer. Es sei nochmals betont, daß diese Trennung nicht bei langsamen Schwebungen erfolgen sollte, sondern erst beim schnellen Durcheinanderlaufen, weil man dann die Hoffnung auf ein gegenseitiges Hineinziehen der Kraftwerke in den Synchronismus aufgeben muß.

I. Auftrennen durch die Schutzrelais selbst. Bei einem unabhängigen Überstromschutz fällt das Zeitwerk bei Pendelungen immer wieder zurück und kommt dadurch niemals in die Auslösestellung, wenn nicht die Schwebung sehr lang ist. Um in diesem Fall eine Auslösung zu erzwingen, kann das Zeitwerk zu einer Summation der Pendelimpulse gebracht werden, indem ein Sperrad und Sperrklinke zur Rücklaufsperre benutzt werden. Dabei muß ein besonderes Zeitrelais vorgesehen werden, das nach einer gewissen Zeit die Sperrung auflöst. Einige Impedanzrelais, z. B. mit Bimetallstreifen, nehmen eine derartige Summation selbsttätig vor, ohne daß man eine besondere Sperrvorrichtung vorzusehen braucht, indem bei jeder Schwebung eine zusätzliche Wärmespeicherung erfolgt. Bei beiden Verfahren erfolgt die Auslösung um so eher, je länger die Schwebungsimpulse sind. Diese Art des Netztrennens entspricht also nicht den Anforderungen, die man im allgemeinen stellen muß.

Um das Auftrennen des Netzes an einem bestimmten Punkt zu ermöglichen, kann man durch Winkeleinstellung beim Hochfrequenzschutz die Richtungsrelais dieser Strecke so aufeinander abstimmen, daß sie auf Durchlaufvorgänge besonders stark ansprechen und abschalten, während die übrigen Relais stabilisiert werden[23]). Die Anregezeit beim Verlauf des Außertrittfallens muß genügend groß sein, um Auftrennen sicherzustellen. Die Auftrennung erfolgt schon beim ersten Durchkippen der Kraftwerke.

Alle derartigen Verfahren der Abschaltung durch die eigentlichen Kurzschlußrelais haben die grundsätzliche Eigenschaft, bei langsamen Schwebungen eher zum Abschalten zu neigen als bei schnellen Pendelungen. Das ist genau das Gegenteil von dem, was man wünscht. Aus diesem Grunde ist man sich bei uns und in den V. S. Amerika [24, 25, 26]) darüber einig, daß die Auftrennung des Netzes am besten durch eine besondere Anordnung vorzunehmen ist.

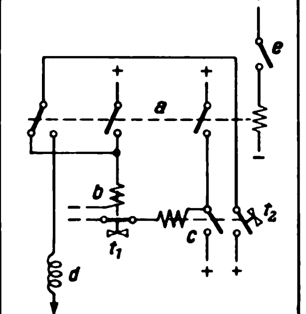
II. Besondere Netzauftrenneinrichtung. Alle Relais für die Kurzschlußabschaltung werden gegen Pendelungen unempfindlich gemacht. Die Auftrennung wird besonderen Relais übertragen, die ihrerseits nicht auf Kurzschlüsse reagieren. Auch hierbei sind verschiedene Verfahren möglich, die mehr oder minder vollkommen den Ansprüchen genügen. So kann man ein Abschalten nach einer Anzahl von Schwebungen bewirken. Bei jeder Anregung — gleichgültig, ob durch Überstrom- oder Quotientenrelais — wird ein Schrittschaltwerk um eine Stufe weiterbewegt. Die einfachste Form arbeitet so, daß nach einer bestimmten Anzahl von Schwebungsimpulsen aufgetrennt wird. Vollkommener wird die Anordnung durch Hinzufügen eines Zeitelementes (*b*) mit Ruhekontakt (Abb. 3). Dieses Relais läuft dann von der ersten Anregung an los. Wenn die Schwebungen noch langsam sind, öffnet es sich nach der Zeit t_1, bevor das Schrittschaltwerk den Winkel α durchlaufen hat. Ein zweiter Zeitkontakt unterbricht die Selbsthaltevorrichtung in jedem Fall nach einer etwas längeren Zeit, z. B. (t_1 + 0,5) Sekunden. Wenn die Schwebungen schnell sind, wird der Winkel durchlaufen, bevor die Zeit t_1 verstrichen ist, und es wird aufgetrennt. Die Messung der Schwebungsfrequenzen ist hierbei nicht ganz kontinuierlich, sondern erstreckt sich über einen gewissen Zeitbereich. Es kann daher u. a. auch zu einem Abschalten kommen, wenn die Pendelfrequenz wieder langsamer wird.



a Schrittschaltwerk
b Zeitrelais mit Momentkontakt und zwei Ruhe-Zeitkontakten
c Auslöser
d Anregung

Abb. 3. Netzauftrenneinrichtung. Trennung nach einer bestimmten Zahl von Schwebungen.

Eine gewisse Vervollkommnung kann erreicht werden, indem zusätzlich die Dauer des einzelnen Schwebungsvorganges überwacht wird. Nur solche Impulse werden für die Fortschaltung benutzt, deren Schwebungsdauer kürzer als ein vorgeschriebener Zeitraum, z. B. 1 s, ist. Sobald also die Schwebungen wieder länger werden, setzt das Weiterlaufen des Schrittschaltwerkes aus. An Stelle eines Schrittschaltwerkes kann sinngemäß eine Relaiskette verwendet werden, wobei durch jeden Pendelimpuls um ein Relais weitergeschaltet wird.



a Hilfsrelais
b Zeitrelais mit Ruhekontakt (t_1)
c Zeitrelais mit Moment- und Zeitkontakt (t_2)
d Auslöser
e Anregung

Abb. 4. Netzauftrenneinrichtung. Auftrennung bei Überschreiten einer bestimmten Schwebungsfrequenz.

Ein anderer Weg ist das Abschalten nach einer bestimmten Zeit. Auch hier wird ein Filter benutzt, das Schwebungen unterhalb einer gewissen Pendelfrequenz wegsiebt. Nur eine dauernde Folge von kurzen Schwebungsimpulsen kann zum Auftrennen führen (Abb. 4). Wenn man z. B. wieder eine Schwebungsfrequenz von 0,5 Hz als kritisch annimmt, so fällt das Gerät bei Kurzschlüssen und langsamen Pendelungen nach 1 s (t_1) immer wieder ab. Kürzere Schwebungsimpulse können das Zeitrelais *b* nicht mehr aufreißen und das Ausschaltzeitrelais *c* kann ablaufen, wenn nicht die Schwebungen wieder länger werden. Mit dieser Anordnung kann in besonders einfacher Weise eine Auftrennstaffelung durchgeführt werden. Kleinere Werke, z. B. Wasserwerke, können in genau bestimmbarer Reihenfolge zuerst abgetrennt werden; wenn dann immer noch kein Fangen erfolgt, kann z. B. zwischen den großen Kraftwerksgruppen der Trennungsstrich so gezogen werden, daß die Energieversorgung der einzelnen Netzteile aufrecht erhalten bleibt.

Zusammenfassung.

Mit den heute zur Verfügung stehenden Mitteln der Relaistechnik kann fast stets verhindert werden, daß Pendelungen zu Fehlauslösungen durch den Leitungsschutz führen. Einige Schutzarten sind von vornherein unempfindlicher gegen Pendelungen als andere. Durch geschickte Wahl von Hilfseinrichtungen können jedoch alle Schutzarten praktisch pendelsicher gemacht werden. Trotzdem kann bei zu schnellen Schwebungserscheinungen das Netz an geeigneten Punkten aufgetrennt werden. Zweckmäßig geschieht diese Trennung nicht durch die Schutzrelais selbst, sondern durch eine besondere Netzauftrenneinrichtung.

[23]) Braley und Harvey, s. Fußnote 9.
[24]) Adams, Electr. Engng. 53 (1934) S. 1320.
[25]) Hunt und Kroneberg, Electr. Engng. 53 (1934) S. 534.
[26]) Bancker und Hunter, s. Fußnote 8.

RUNDSCHAU.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 712. 083. 7 : 621. 383 **Kompensations-Fernmeßeinrichtung mit Photozelle.** — Bei dem neuen Fernübertragungssystem wird ein dem zu übertragenden Meßwert (z. B. elektrische oder wärmetechnische Meßgröße) entsprechendes Drehmoment kompensiert durch ein von einem Drehspulmeßwerk erzeugtes Vergleichsdrehmoment, das mittels einer Photozelle selbsttätig geregelt wird. Abb. 1 zeigt das Grundprinzip des hierfür benutzten Kompensationsferngebers („Torque-balance transmitter"). Eine im Rohr *A* befindliche Glühlampe belichtet über ein Linsensystem und über die beiden in der dünnen Aluminiumfahne *C* und im Rohr *B* vorgesehenen Schlitze eine in *B* untergebrachte Photozelle, die mit zwei als gittergesteuerte Gleichrichter wirkenden Elektronenröhren verbunden ist und den Anodenstrom dieser Röhren steuert. Dieser Strom durchfließt die im Feld eines Dauermagneten *G* angeordnete Drehspule *F* und die mit *F* über zwei Fernleitungen in Reihe geschalteten Empfangsinstrumente (Anzeige- und Schreibgeräte mit Drehspulmeßwerk).

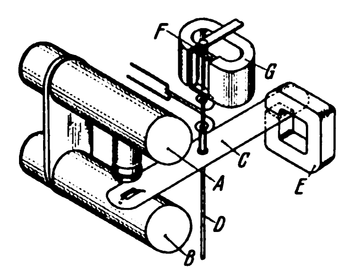


Abb. 1. Kompensationsferngeber mit Photozelle.

Das Meßwertdrehmoment, das auf die Achse *D* einwirkt (beispielsweise wird *D* bei Leistungsmessungen mit dem beweglichen Organ eines eisengeschlossenen, elektrodynamischen Wattmeters und bei Druckmessungen über eine Spiralfeder mit der Zeigerachse eines Manometers gekuppelt), wird selbsttätig kompensiert durch das vom Drehspulmeßwerk *FG* erzeugte Vergleichsdrehmoment, das dem von der Photozelle gesteuerten, die Drehspule *F* durchfließenden Strom verhältnisgleich ist. Je größer das Meßwertdrehmoment ist, desto stärker wird infolge der entsprechenden Einstellungsänderung der Fahne *C* — der Ausschlagwinkel von *C* beträgt nur etwa 2°, die Bewegungen werden durch den Dauermagneten *E* gedämpft — die Belichtung der Photozelle und somit der in *F* fließende, den Empfangsinstrumenten zugeführte Strom. Dieser Strom ist dem Meßwertdrehmoment verhältnisgleich, aber grundsätzlich unabhängig von Spannungs- und Frequenzschwankungen des als Hilfsstromquelle dienenden Wechselstromnetzes, von Empfindlichkeitsänderungen der Elektronenröhren und der Photozelle und von Änderungen des Fernleitungswiderstandes der bis zu 10 000 Ω betragen darf. [Electrician 113 (1934) S. 526.] *Ggr.*

621. 317. 785 **Prüfungen und Beglaubigungen.** — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Anordnung Nr. 381[1]).

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden dem System 175 folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht:

Zusatz zu System 175, die Formen CRoodHL, CRoodEZ, CRoodEZg, DRoodHL, DRoodEZ, DRoodEZg, CRoodHLS, CRoodEZS, CRoodEZgS, DRoodHLS, DRoodEZS, DRoodEZgS, CRooHLH, CRooEZH, CRooEZgH, DRooHLH, DRooEZH und DRooEZgH, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom mit eingebauter Uhr, hergestellt von der Firma **Paul Firchow Nachfgr. Aktiengesellschaft** in Berlin.

Berlin-Charlottenburg, den 22. März 1935.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Stark."

[1]) Reichsministerialblatt 1935, S. 427.

Beschreibung[1]).

Die durch die Bekanntmachung Nr. 371 vom 15. Januar 1935[2]) unter der Systemnummer 175 zur Beglaubigung zugelassenen einphasigen Wechselstromzähler der Formen CRoo und DRoo für Einfachtarif sowie der Formen CRood und DRood für Doppeltarif ohne eingebaute Uhr werden auch in Zusammenbau mit einer Schaltuhr hergestellt. Die Schaltuhr ist wahlweise eine solche mit Handaufzug (Uhrenform HL), mit elektrischem Aufzug durch Ferrarismotor (Uhrenform EZ) oder mit elektromagnetischem Aufzug (Uhrenform EZg). Es kommen die folgenden Zusammenstellungen von Zähler und Uhr in Frage:

1. Doppeltarifzähler mit eingebauter Uhr. Die Uhr betätigt einen Kontakt zur Umschaltung des Zählwerkes von einem Tarif auf den anderen zu den auf der Uhrenscheibe eingestellten Schaltzeiten.
2. Die Doppeltarifzähler wie unter 1. mit einem weiteren Kontakt der in Reihe mit der Zählerhauptstromwicklung vor eine bestimmte Gruppe von Stromverbrauchern geschaltet ist und zur Einschaltung bzw. Sperrung dieser Verbraucherstromkreise zu bestimmten an der Uhr eingestellten Zeiten dient.
3. Einfachtarifzähler mit eingebauter Uhr. Die Uhr schaltet einen im Hauptstromkreis des Zählers liegenden Schalter ein bzw. aus. Der Zähler dient dazu, als Vergütungszähler hinter einen Hauptzähler geschaltet zu werden.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 316. 11. 018. 41 **Verfahren zur Ermittlung der Eigenfrequenz von Netzgebilden.** — Als Ergebnis neuerer Forschungsarbeiten über das Verhalten von Leistungsschaltern beim Unterbrechen von Kurzschlüssen ist zu bemerken, daß neben Einflußgrößen, wie Phasenverschiebung und Parallellast, als wichtigstes die Anstiegsgeschwindigkeit der wiederkehrenden Spannung (bestimmt durch die Eigenfrequenz des unterbrochenen Netzteiles) in Betracht kommt. Dannatt und Goodall untersuchen die verschiedenen Verfahren, nach denen die Eigenfrequenz eines Netzteiles ermittelt werden kann. Sind in einem Stromkreis die verschiedenen Impedanzen nach Lage und Größe bekannt, so kann durch Rechnung die Eigenfrequenz gefunden werden. Die den Netzteilen, wie Generator, Transformator und Leitungen, zugehörigen Induktivitäten liegen meist vor oder lassen sich durch Messungen mit dem Schleifenoszillographen bei Betriebsfrequenz leicht finden. Die mit den Induktivitäten verknüpften (verteilten) Kapazitäten können nicht einfach mit Normalfrequenz bestimmt werden. Sie müssen bei Frequenzen in der Größenordnung der Eigenfrequenz gemessen werden. Zu ihrer Ermittlung nahmen die Verfasser Impedanzkurven in Abhängigkeit von der Frequenz auf, und zwar mit einem Generator, der einen Frequenzbereich von 50 bis 90 000 Hz besaß. Die Impedanz-Frequenz-Kurven weisen Spitzen auf, die den verschiedenen Resonanzbedingungen des Kreises entsprechen. Die Größe der Kapazitäten selbst lassen sie nicht erkennen. Für nicht zu verwickelte Stromkreise können aus den Induktivitätswerten und den Impedanz-Frequenz-Kurven die Ersatzkapazitäten durch Rechnung gefunden werden. Für verwickeltere Netzgebilde ziehen die Verfasser Kathodenstrahl-Oszillogramme zur Feststellung der Eigenfrequenz vor. Zur Aufnahme wurde ein Kathodenstrahl-Oszillograph mit umlaufender Filmkammer (wie auch in Deutschland teilweise gebräuchlich) benutzt. Für ein bestimmtes Netzgebilde wurde die Anstieggeschwindigkeit der wiederkehrenden Spannung rechnerisch und kathodenoszillographisch ermittelt. Die Ergebnisse stimmen genügend genau überein. Es besteht die Möglichkeit, daß die kathodenoszillographisch gefundenen Kurven der wiederkehrenden Spannungswelle sich von der errechneten unterscheiden, da die Berechnung der Eigenfrequenz eine

[1]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 381. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[2]) ETZ 56 (1935) S. 514.

ideale Unterbrechung des Stromes voraussetzt und die Art der Lichtbogenlöschung nicht berücksichtigen kann. [C. Dannatt u. S. E. Goodall, Electrician 114 (1935) S. 539.] *O. S.*

Leitungen.

621. 315. 1. 056. 1 (494) **Die Säntis-Kraftleitung.** — Zum Bau und Betrieb der Säntis-Bergbahn ist eine 10 kV-Leitung erbaut worden, die durch lange Spannfelder und große Höhenunterschiede der Stützpunkte bemerkenswert ist. Der längste Stützpunktabstand beträgt waagerecht 844 m, senkrecht 501 m. Aus klimatischen Gründen wurde für die Berechnung eine Eislast von 6 kg/m bei einer Temperatur von 0 ° und einem Winddruck von 60 kg/m² angenommen. Als Leiterseil wurde 23 mm² Stahlseil mit einer Bruchfestigkeit von 123 kg/mm² verlegt. Für die Abspannung wurden besondere Isolatoren mit einem Bruchlast von 20 t und einer Regenüberschlagspannung von 37 kV entwickelt. Besondere Vorrichtungen verhüten ein Abrutschen des Seiles bei Isolatorbruch und gestatten gleichzeitig, ohne besondere Schwierigkeiten, gelegentlich das Seil auszuwechseln. Für die Berechnung der etwa unter 45 ° gespannten Seillinie wurde ein besonderes Verfahren entwickelt und durchgeführt. [Jung, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) S. 287.] *Cs.*

Elektromaschinenbau.

621. 313. 2. 07-573 **Grobschalten von Gleichstrommotoren.** — Findley untersucht die Zusammenhänge zwischen Anlaufstrom und Anlaufzeit einerseits und Feld, Last und Schwungmoment anderseits beim Grobschalten d. h. widerstandslosem Anlegen von Gleichstrommotoren an das Netz. Die unten wiedergegebenen Folgerungen, die er aus seinen mit vielen gut aufgenommenen Oszillogrammen belegten Versuchen an einem kleinen Nebenschlußmotor zieht, der durch einen auf Widerstände arbeitenden selbsterregten Generator belastet wird, bringen jedoch nichts Neues, sondern bestätigen nur das, was bei uns bereits seit Jahren bekannt und verwertet ist[1]). Er stellt fest und erklärt auf Grund der physikalischen Vorgänge, daß es von Vorteil sei, dem Felde durch vorzeitiges Einschalten der Nebenschlußwicklung Gelegenheit zu geben, sich voll aufzubauen, bevor der Läuferstromkreis grobgeschaltet wird, da hierbei der Anlaufstrom im Mittel um etwa 20 % geringer bleibe und die Anlaufzeit kürzer werde, ferner die Anlaufdrehzahl nicht über der Nenndrehzahl liege. Durch weitere Versuche — Mitlaufen des unerregten Generators — wird festgestellt, daß Anlaufzeit und Anlaufdrehzahl in hohem Maße eine Funktion des Schwungmomentes der zu beschleunigenden Massen sei. Es wird darauf hingewiesen, daß die Anlaufdrehzahl ohne Interesse sei, da sie bei unter Last anlaufenden Motoren unter der Nenndrehzahl liege. Ferner wird durch Versuche belegt, daß beim zweistufigen Grobschalten mit Hilfe eines Vorwiderstandes im Läuferkreis der Anlaufstrom geringer und die Anlaufzeit länger werde. Auch hierbei bedinge vorzeitiges Einschalten der Erregerwicklung günstigere Anlaufverhältnisse. Durch mehrstufiges Grobschalten könne der Anlaufstrom beliebig klein gehalten werden. Zum Schluß stellt der Verfasser die Behauptung auf, daß bei Doppelschlußmotoren die Verhältnisse beim Grobschalten günstiger seien, da hier die Reihenschlußwicklung den schnelleren Feldaufbau begünstige. Dieser uneingeschränkten Behauptung des Verfassers kann insofern nicht beigepflichtet werden, als übersehen wird, daß hierbei die geschlossene Nebenschlußwicklung im Einschaltaugenblick dämpfend wirkt, und daß eine genügend starke Reihenschlußwicklung erforderlich ist, um dieser dämpfenden Wirkung das Gegengewicht zu halten. Zur Versuchsschaltung sei noch bemerkt, daß es vorzuziehen gewesen wäre, den Belastungsgenerator fremd zu erregen, da bei Selbsterregung die Belastung sich erst mit dem nur langsam kommenden Felde aufbauen muß. [R. L. Findley, Electr. J. 32 (1935) S. 139.] *Wh.*

621. 313. 2 : 621. 367 **Die elektrischen Vorgänge in den Stromkreisen der Lichtbogen-Schweißdynamo.** — Die grundlegenden physikalischen Vorgänge beim Lichtbogenschweißen, nämlich die Zündung und der Tropfenübergang, werden von L. Müller als Schaltvorgänge mathematisch behandelt, um auf diese Weise Klarheit zu schaffen über die Bedingungen, die eine Maschine erfüllen muß, wenn man sie als gute Schweißdynamo ansprechen soll. Als Merkmal für gute Schweißeigenschaften gilt, daß der Lichtbogen auch bei ungünstigen äußeren Umständen nicht abreißen darf. Es werden demnach zunächst die Gleichungen für den Verlauf der Schweiß- und Erregerströme in Abhängigkeit von der Zeit für den Zünd- bzw. Tropfenkurzschluß und den Tropfenabreißvorgang entwickelt, durch viele Zahlenbeispiele belegt und die gerechneten Vorgänge mit oszillographierten verglichen, wobei zwischen Rechnung und Messung im allgemeinen gute Übereinstimmung erzielt wird. Beim Tropfenkurzschluß entsteht genau wie beim Zünden eine Stromspitze, beim Tropfenabriß dagegen eine Stromverminderung, also eine negative Stromspitze. Ist diese letztere so groß, daß der Strom sehr klein, also annähernd Null wird, dann reißt der Lichtbogen ab. Das Verfahren der mathematischen Behandlung der Zünd- und Tropfenübergänge wird auf drei verschiedene Typen von Schweißmaschinen angewandt, nämlich auf die selbsterregte, die fremderregte und die Querfelddynamo.

Bei der selbsterregten Dynamo sind die Stromspitzen am größten und dauern am längsten, weil bei ihr, von Anker und Hilfsfeld abgesehen, im Schweißstromkreis keine dämpfenden induktiven und ohmschen Widerstände vorhanden sind und das Hauptfeld sich nur langsam den plötzlichen Spannungsänderungen anpassen kann. Infolgedessen ist bei ihr ein gutes Schweißen nur bei Vorschaltung von Widerständen oder Drosselspulen möglich. Bei der gegenkompoundierten fremderregten Dynamo sind diese Stromspitzen nicht so hoch und verklingen schneller, weil der Schweißstrom hier unmittelbar durch die Verbundwicklung das Hauptfeld der Maschine beeinflußt. Durch erhöhte Streuung zwischen Nebenschluß- und Verbundwicklung kann man diese Stromspitzen noch weiter herabsetzen. Bei der Querfeldmaschine, die als Reihenschlußmaschine gebaut wird, tritt die dämpfende Wirkung noch in weit höherem Maße auf, so daß hier von schädlichen Stromspitzen gar keine Rede mehr sein kann. Außerdem besitzt das Ankerquerfeld, welches an die Stelle des nebenschlußerregten Hauptfeldes der vorgenannten Maschine tritt, eine so geringe Windungszahl, also eine so kleine Induktivität, daß es den Spannungsänderungen sehr viel schneller folgen kann als die Nebenschlußfelder der oben erwähnten Maschinen. Aus diesen Gründen erscheint die Reihenschluß-Querfelddynamo noch am ehesten für die Lichtbogenschweißung geeignet. (Ludw. Müller, Dissertat. T. H. Berlin 1934.) *Sb.*

Beleuchtung.

621. 32 (73) **Fortschritte der Beleuchtungstechnik in den V. S. Amerika 1934.** — Nach vorläufigen Schätzungen wurden im Berichtsjahre etwa 645 Mill Lampen verkauft, insgesamt wieder eine Zunahme gegenüber 1933, während der Umsatz an Kleinlampen allein etwas abgenommen hat. Von neueren Lampen ist besonders die Vakuumlampe in Röhrenform, die „Lumiline"-Lampe, zu erwähnen, welche den Osram-Linestra-Röhren entspricht. Neuartig sind hierbei die beiderseitigen Einschmelzungen mit den äußeren Stromzuführungen. Letztere bestehen aus Scheiben aus einer Chrom-Eisen-Legierung, die völlig kittlos angebracht sind und somit im Betriebe jegliche dunkle Stelle bei zwei zusammenstoßenden Röhren vermeiden. Sie werden in verschiedenen Farben in Längen von 30 und 46 cm für 30, 40 und 60 W angefertigt. Bei den stark belasteten Projektionslampen mit Doppelwendeldraht und den Lampen für photographische Aufnahmen konnte die spezifische Lichtausbeute weiter verbessert werden. Neu ist auch eine für ganz- und halbmittelbare Leuchten bestimmte Glühlampe von 250 W in Röhrenform, deren Gesamtlänge auf etwa 15 cm herabgesetzt werden konnte. Bei den Kraftwagenlampen wird ein genaueres Einstellen im Scheinwerfer durch eine um den Lampensockel gelegte flache Scheibe erreicht, welche drei Aussparungen trägt, die auf entsprechende Stellen des Scheinwerfers passen. Hierdurch ist der Spielraum gegenüber früher auf ⅓ herabgesetzt, wodurch ohne Lichtverluste kleinere Linsen und damit kleinere Scheinwerfer verwendbar sind. Gleichzeitig ist der früher in seiner vorderen Hälfte geriffelte Lampenkolben durch einen glatten geeigneter Form ersetzt worden, wodurch die störenden Fadenbilder vermindert

[1]) Vgl. ETZ 33 (1912) H. 30 bis 32.



sind. Die kleinen Anzeigelämpchen für Kraftwagenschaltbretter haben Bajonettverschluß erhalten, so daß sie sich im Betrieb nicht lockern können.

In der Straßenbeleuchtung dienen als Detektor für durchgebrannte Lampen bei Reihenschaltung (fünf Lampen in Reihe) kleine Neonröhren, welche jeder Lampe parallel geschaltet sind und durch ihr Aufleuchten die durchgebrannte Lampe der Reihe kenntlich machen. Für Straßen- und Industriebeleuchtung ist eine Quecksilber-Hochdrucklampe bestimmt, die mit Gewindesockel in normalen Leuchten verwendbar ist. Das eigentliche Leuchtrohr ist in einen zweiten Kolben eingeschmolzen, der Zwischenraum ist mit Stickstoff von ½ at gefüllt. Der Lichtbogen allein verbraucht 400 W und gibt etwa 38 HLm/W. Die Gesamtlänge der Lampe ist 33 cm bei 5,1 cm Dmr. Von den kombinierten Quecksilber-Glühlampen-Leuchten sind zwei neue Typen eingeführt. Für Schaufensterbeleuchtung ein gerades Hg-Rohr für 180 W mit je zwei auf beiden Seiten angeordneten Glühlampen von zusammen 200 bis 600 W, ferner für allgemeine Industriebeleuchtung ein kreisförmiges Hg-Rohr zu 325 W mit einer Glühlampe zu 200 bis 300 W. Von den für Landstraßenbeleuchtung bestimmten Natriumdampflampen verbraucht die größere 11 000 HLm-Lampe insgesamt 225 W, wovon auf den Bogen allein 200 W entfallen. Länge des Entladungsrohres etwa 23 cm bei 7,6 cm Dmr. Die kleinere 6600 HLm-Lampe verbraucht insgesamt 165 W (der Bogen allein 150 W). Abmessungen des Entladungsrohres etwa 18 cm Länge und 6,3 cm Dmr.

Von neueren Flutlichtanlagen ist die Beleuchtung eines Stadions zu erwähnen, wobei 180 Scheinwerfer auf sechs Stahltürme von 30 m Höhe verteilt sind. Verwendet werden normale 1000 W-Lampen für 110 V, die aber bei 121 V stark überlastet gebrannt werden und insgesamt 23 Mill HK liefern (30 % mehr als bei normaler Spannung). Die mit der Überlastung verbundene kürzere Lebensdauer der Lampen soll bei der nur kurzen Betriebsdauer keine ausschlaggebende Rolle spielen. [Gen. electr. Rev. 38 (1934) S. 57.] *Schb.*

621. 327. 3 **Neue Quecksilberdampflampen für niedrigen Druck und hohe Spannungen.** — Zunächst eine gerade Röhre aus einem 30 bis 35 cm langen Rohr aus Quarzglas von 1,5 mm lichter Weite. Die beiden Elektrodengefäße aus Pyrexglas sind durch Zwischengläser mit dem Quarzrohr verschmolzen. Die Einschmelzungen bestehen aus Wolfram, als Elektroden dienen Wendeln von 10 Windungen aus 1 mm starkem Nickeldraht. Die Quecksilberfüllung ist nur gering, das Grundgas ist ein Argon-Neon-Gemisch von etwa 10 mm Hg-Druck. Die Zündspannung beträgt etwa 2500 V, die Betriebsspannung etwa 600 V bei 50 mA. Die Entladung ist sehr beständig, die Rohrtemperatur beträgt etwa 80 ° C.

Bei einer für die gleichmäßige Ausleuchtung größerer Flächen bestimmten Lampe ist das Quarzrohr mehrfach gebogen. Gesamtlänge des Rohres etwa 4 m, Betriebsspannung etwa 4500 V bei 50 mA. Bei einer Lampe für Projektionszwecke ist das Quarzrohr spiralförmig in einer Kegeloberfläche von 6 cm Dmr. und 3,5 cm Höhe gewickelt. Bei geeignetem Reflektor ergibt sich ein intensives Lichtbündel kleiner Öffnung. Sämtliche Lampen strahlen im U. V. sehr stark die Resonanzlinie $\lambda = 2537$ Å, ziemlich stark ist auch $\lambda = 1849$ Å, während das kontinuierliche Spektrum nur schwach ist.

Für eine reine U. V.-Strahlung unter Ausschluß des Sichtbaren ist das Quarzrohr durch ein geeignetes Schwarzglas (verre de Wood) ersetzt, wobei die Elektrodengefäße außen durch einen schwarzen Opaklack abgedeckt sind; Strahlung zwischen $\lambda = 4047$ und 3023 Å. [G. Déjardin u. R. Schwégler, Rev. Opt. théor. instrum. 13 (1934) S. 251.] *Schb.*

Verkehrstechnik.

621. 335. 4. 033. 91 **Betrieb mit Oberleitungsomnibussen.** — Im September 1934 waren in den V. S. Amerika und deren Kolonien 425 Obusse im Betrieb mit einer Gesamtstreckenlänge von 407 km in 23 Betrieben. Darunter allein in Chikago 114 Obusse mit 60 km Streckenlänge. In England waren 845 Obusse in 26 Betrieben vorhanden. Im Mai 1934 stellte die Stadt London bei dem Parlament den Antrag zur Genehmigung der Umwandlung von ein Viertel ihres Straßenbahnnetzes (420 km) mit 2337 Fahrzeugen in Obusstrecken. Schon bevor der Obus in Amerika und England zu dieser umfangreichen Verwendung gelangte, fand man Obusbetriebe in anderen Ländern, so in Peru in Lima, in Marokko, in Asien in Delhi, in Kioto, in Penang, in Schanghai (99 Fahrzeuge), in Singapore (105 Fahrzeuge). Im kontinentalen Europa wurden nach der raschen Entwicklung der englischen Obusbetriebe in Deutschland die Strecken Mettman—Gruiten, Idar—Tiefenstein, Berlin—Staaken und Berlin—Mariendorf—Steglitz[1]) gebaut. In Polen wurde in Posen, in Dänemark in Kopenhagen eine Strecke errichtet. In Österreich wurde der Betrieb auf der schon früher gebauten Strecke in Wien fortgeführt. In der Schweiz wurde in Freiburg und in Ouchy je eine Strecke mit Obussen betrieben. In Frankreich wurden die Strecken Modane—Landslebourg, Mouttiers—Brides und Mouttiers—Villard du Planay in Savoien, ferner zwei Strecken in Marseille Aubagne—Gémenos und Aubagne—Cuges eingerichtet. Versuchsanlagen wurden in Paris, Rouen, Metz und Straßburg gebaut. In Italien wurde eine Obuslinie in Turin und eine von Mestre nach Venedig-Bahnhof gebaut. Belgien besitzt z. Z. in Antwerpen eine Linie mit 10 Fahrzeugen und in Lüttich ein Netz von 26 km mit 36 Fahrzeugen.

Unter den hier angegebenen Obusstrecken sind die Lütticher besonders schwierig, weil sie sehr kurvenreich sind, Steigungen bis 11 % aufweisen und schlechtes Steinpflaster haben. Deshalb sind die dort zur Verwendung gekommenen Fahrzeuge ganz aus Stahl gebaut und sehr wendig, so daß es möglich ist, mit denselben in 18 m breiten Straßen zu wenden. Das Fassungsvermögen beträgt 30 Sitzplätze und 30 Stehplätze. Die Räder tragen Niederdruckluftreifen. Der Antrieb erfolgt durch einen Kompoundmotor mit niedriger Umdrehungszahl, bei dem durch Feldschwächung erhebliche Änderungen der Umdrehungszahl herbeigeführt werden können. Der Motor hat folgende Vorzüge: Große Anfahrbeschleunigung bei geringen Verlusten in den Anfahrwiderständen, wirksame elektrische Bremsung auch bei niedriger Geschwindigkeit und Stromrückgewinnung bis herab zu sehr niedrigen Geschwindigkeiten. Die Höchstgeschwindigkeit, die der Motor dem Wagen verleiht, ist 45 km/h, die, ohne unwirtschaftlich zu werden, bis auf 13 km/h verringert werden kann. Die Verminderung der Geschwindigkeit bei Stromrückgewinnung ist bis auf 14 km/h möglich, während die elektrische Bremsung noch bei 2 bis 3 km/h wirksam ist. Die Umdrehungszahl bei ungeschwächtem Feld ist 770 U/min. Durch Feldschwächung sind 2600 U/min zu erreichen. Das Fahrzeug erfordert eine Motorenleistung von 75 PS bei 45 km/h Geschwindigkeit in der Ebene und voller Besetzung. Dementsprechend ist der Motor für 75 PS bei 770 bis 2600 U/min gebaut und hundertprozentig überlastbar. Alle Geräte sind vorn im Wagen vor dem Führersitz untergebracht: ein einpoliger Fahrschalter mit Blasmagnet, ein Überspannungsrelais, das in Tätigkeit tritt, wenn die Spannung die Grenze von 800 V überschreitet, während der Motor mit Stromrückgewinnung arbeitet, eine Lampe zur Kontrolle des Kontaktes der Stromabnehmer mit den Fahrdrähten, ein Anzeiger für Isolationsschäden, ein Wechselschalter mit magnetischer Funkenlöschung zur Einstellung der Vorwärtsfahrt, der magnetischen Bremsung und der Rückwärtsfahrt, ein Fußanlasser mit fünf Stellungen und ein veränderlicher Feldwiderstand mit 55 Kontakten, der mit Fußhebel betätigt wird. Nach sorgfältiger Abwägung aller den Betrieb und die Betriebskosten beeinflussenden Punkte ist man für die Lütticher Verkehrsanlage zu dem Schluß gekommen, daß für Betriebe mit ½- bis 1stündiger oder noch geringerer Wagenfolge der Treibstoffwagen der wirtschaftlichste ist. Bei einer Verkehrsdichte zwischen 20 und 30 min sind Obusse den Treibstoffwagen in der Wirtschaftlichkeit ungefähr gleich. Bei 20 bis 5 min Verkehrsdichte ist der Obus wirtschaftlich allen anderen Betriebsmitteln klar überlegen. Unter 5 min und bestimmt bei 2 min-Wagenfolge ist die Straßenbahn wirtschaftlich am günstigsten. [C. Harmel, Bull. Soc. belg. Électr. 51 (1935) S. 111.] *Rgr.*

656. 2. 003. (494) **Geschäftsbericht der Schweiz. Bundesbahnen (SBB) für 1934.** — Die Gewinn- und Verlustrechnung der SBB schließt für das Jahr 1934 mit einem Fehlbetrag von 43 Mill Fr. ab (im Vorjahr 50 Mill). Nachdem das Verkehrsteilungsgesetz am 5. 5. 1935 durch

[1]) F. Finck, ETZ 56 (1935) H. 29, S. 819.

den Volksentscheid gefallen ist[1]), wird die Lösung des Sanierungsproblems der SBB durch den in erhöhtem Maße fortdauernden Kraftwagenwettbewerb um so dringlicher.

Die Abnahme der Transporteinnahmen beträgt im Berichtsjahr 2,9 Mill Fr. oder 0,9 % gegenüber 6,6 Mill Fr. im Vorjahr. Währenddem im Vorjahr die beförderten Transportmengen noch um 477 000 t oder 3,1 % gegenüber 1932 zurückgegangen waren, verzeichnet das Berichtsjahr eine Zunahme von 187 000 t oder 1,3 %. Der Grund, warum trotz der Mehrbeförderung die Einnahmen aus dem Güterverkehr abgenommen haben, liegt in der Abfertigung von zu Ausnahmetarifen beförderten Gütern. Verglichen mit 10 anderen Bahnen des Festlandes hat die SBB an Gesamtverkehrseinnahmen von 1929 bis 1933 mit 19,4 % die kleinste Einbuße erlitten. Die Betriebsleistungen ergeben gegenüber 1933 ein 3,7prozentiges Ansteigen der Brutto-tkm und eine Zunahme der Zugkilometer im Personenverkehr von 1,8 %. Trotz dieser erhöhten Fahrleistung sind die Betriebskosten im Berichtsjahr um 12,3 Mill. Fr. zurückgegangen. Bezogen auf das Jahr 1920 wurde der Personalbestand bis Februar 1935 um 26 % gesenkt, obwohl in der gleichen Zeit die Betriebsleistungen in Brutto-tkm um 79,7 % zugenommen haben.

Zur Förderung des Reiseverkehrs wurden 1934 wiederum verschiedene Fahrkartenermäßigungen gewährt. Ebenso wurden auch im Güterverkehr für In- und Ausland verschiedene Taxermäßigungen vorgenommen. Der Fahrplan brachte gegenüber 1933 eine Mehrleistung von 370 000 Zug-km.

Im Laufe des Berichtsjahres wurden u. a. folgende Fahrzeuge neu in Betrieb gestellt:

8 Elektrolokomotiven der Serie Ae 4/7
4 Elektrotraktoren der Serie Te.

In Auftrag gegeben wurden 2 Diesel-Leichttriebfahrzeuge der Serie CLm 2/4, 7 Traktoren mit Verbrennungsmotoren der Serie Tm für den Verschiebedienst.

Ferner wurden zwecks besserer Ausnutzung des Wagenmaterials umgebaut und zum Umbau in Auftrag gegeben: 36 vierachsige und 76 dreiachsige Personenwagen. Ebenso wurden 28 Personenwagen mit der elektrischen und 3 Personenwagen mit der Luftheizung ausgerüstet. 54 Güterwagen erhielten elektrische Heizleitungen.

Zur Erhöhung der Betriebssicherheit wurden 22 Bahnhöfe und Stationen mit neuzeitlichen Signal- und Sicherungsanlagen ausgerüstet. Der elektrische Streckenblock wurde auf weiteren 7 Doppelspurstrecken und auf einer Einspurstrecke ausgedehnt. . Auf 52 Bahnhöfen und Stationen wurde die elektrische Weichen- und Signalbeleuchtung neu eingerichtet. Auf der Strecke Basel—Olten sind sämtliche Streckengeräte für die selbsttätige Zugsicherung Bauart „Signum" verlegt worden[2]).

In Fortsetzung der Elektrisierungsarbeiten wurde beschlossen, die Linien Bellinzona—Locarno und Gossau—Sulgen zu elektrisieren. Im Jahre 1934 entfallen 78 % der Lokomotiv-km und 92 % der geleisteten Brutto-tkm auf elektrischen Betrieb. Im Berichtsjahr wurden 538 244 000 kWh Einphasenstrom in den SBB-Bahnkraftwerken erzeugt (513 957 000 im Vorjahr). Ebenso wurden im gleichen Jahr folgende Strecken dem elektrischen Verkehr übergeben: Biel—Sonceboz—Chaux-de-Fonds, Rorschach—Buchs und Bern—Luzern. Das Berichtsjahr zeigt einen weiteren Minderverbrauch von 20 000 t an Kohle. (Geschäftsbericht der SBB für das Jahr 1934.) *H. Z.*

Bergbau und Hütte.

621. 357. 13 : 669. 71 **Die elektrolytische Feinung von Aluminium.** — Die elektrolytische Erzeugung von Aluminium wurde bereits 1905 vorgeschlagen, aber erst 1922 gelang es dem Amerikaner Hoopes, auf diesem Wege ein Aluminium mit einem Reinheitsgrad von 99,9 % zu erzeugen, wobei der verwendete Elektrolyt aus einer Lösung von Tonerde in einem geschmolzenen Gemisch von Kryolith und Bariumfluorid bestand. In Frankreich wurde neuerdings ein industrielles Verfahren entwickelt, bei dem die Erzeugung eines Aluminiums mit einem Reinheitsgrad von 99,99 % und darüber ermöglicht wurde. Bei diesem Verfahren bedient man sich eines Elektrolyten aus einem Gemisch von Aluminiumfluorid, Natriumfluorid und Bariumchlorid. Die Anode ist eine Aluminiumlegierung mit 33 % Kupfer. In diesen Elektrolysierbottichen zu 10 000 A wird z. B. ein Metall gewonnen mit 99,992 % Al, 0,003 % Fe, 0,004 % Si und 0,001 % Cu oder mit sogar 99,998 % Al, 0,0002 % Fe, 0,0009 % Si und 0,0003 % Cu. Das so erzeugte Aluminium zeichnet sich durch Eigenschaften aus, die denen des gewöhnlichen Aluminiums merklich überlegen sind. Zwar ist es weicher und von geringerer Zugfestigkeit als das gewöhnliche Aluminium, dafür besitzt es aber eine weit höhere Dehnung und vor allem einen höheren Korrosionswiderstand, der besonders beim Angriff durch saure und alkalische Stoffe, Salzwasser, die Atmosphäre zum Ausdruck kommt. Auch ist das elektrolytische Aluminium ein besserer elektrischer Leiter als das gewöhnliche. [Rev. Aluminium Appl. 12 (1935) S. 2831]. *Kp.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 82 **Der Rundfunk-Entstörungsdienst der Deutschen Reichspost.** — Verfasser berichtet über die Leistung des Rundfunk-Entstörungsdienstes, der seit dem 1. 10. 1932 einen besonderen Dienstzweig der Deutschen Reichspost bildet, nachdem er bis dahin von den ehrenamtlich tätigen Helfern der Funkhilfen bei den einzelnen Rundfunk-Sendegesellschaften ausgeübt worden war. Nach einer statistischen Übersicht für den Zeitraum vom 1. 10. 1932 bis zum 31. 12. 1934 beträgt die Gesamtzahl aller in den 2¼ Jahren behandelten Störungen 488 494, und zwar verteilen sie sich auf die Störer wie in Zahlentafel 1 angegeben.

Zahlentafel 1. Prozentuale Verteilung der Störfälle.

Störquelle	%
Kleinmotoren in Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft .	29,6
ärztliche Anlagen (Elektromedizin. Geräte)	3,2
Hochfrequenz-Heilgeräte.	8,0
Elektrizitätswerke (Anlagen usw.)	7,3
elektrische Bahnen	4,4
behördliche Anlagen (Post und Eisenbahn)	1,5
Rückkoppler	5,2
Fehler in der Rundfunk-Empfangsanlage	23,3
atmosphärische und Störungen aus nicht feststellbarer Ursache	17,5
	100,0

Die Entstörungsmaßnahmen, von denen teilweise verschiedene auf denselben Störungsfall angewendet wurden, bestanden in

Maßnahmen an der störenden Anlage . . . zu 50,5 %
Maßnahmen an der gestörten Rundfunk-Empfangsanlage . . . . „ 31,5 „
der Anbringung von Störschutzmitteln an der störenden Anlage . . . . „ 21,9 „.

In dem Aufsatz wird ferner die technische Ausrüstung der Rundfunk-Entstörungsstellen beschrieben, die aus einem Störsuchgerät mit Störmeß-Zusatzgerät, einem Gerätekoffer, einem Röhrenprüfgerät und einem Volksempfänger VE 301 besteht. Das Störsuchgerät dient zum Aufsuchen der Störungsquelle, das Störmeßgerät in Verbindung mit dem Störsuchgerät zur Durchführung verschiedener Messungen (Störklemmenspannung am Störer ohne und mit Störschutzmittel, Messung der Empfangsspannung in der Rundfunkempfangsanlage des Rundfunkhörers). Es können Empfangsspannungen von etwa 0,5 mV bis 50 mV und Störspannungen an störenden Geräten von 0,05 mV bis 50 mV gemessen werden. Der Gerätekoffer, der vom Reichspostzentralamt entwickelt wurde, enthält — übersichtlich geordnet — die für die Entstörungsversuche am Störer oder an der gestörten Anlage erforderlichen Geräte, Werkzeuge sowie Hilfs- und Entstörungsmittel. Um den Rundfunk-Entstörungsdienst beweglicher zu machen, sind die Bezirks-Rundfunkentstörungsstellen mit Kraftwagen ausgestattet worden. [H. Reppisch, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. 24 (1935), S. 95.] *O. B.*

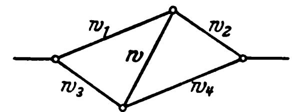
Physik und theoretische Elektrotechnik.

537. 313 **Der elektrische Leitwiderstand einer beliebig überbrückten Leiterschleife.** — Es kann von Wert sein, den Gesamtwiderstand einer beliebig überbrückten Leiterschleife unter Aufwand geringer Rechnung

[1]) ETZ 56 (1935) H. 20, S. 573.
[2]) ETZ 56 (1935) H. 14, S. 407.



zu überblicken. Erst kürzlich hat G. Ranschburg hier[1]) gezeigt, wie man die Frage zeichnerisch löst. Bezeichnet W_x den Widerstand der nicht-überbrückten Schleife und W_0 den Widerstand der an der Überbrückungsstelle kurzgeschlossenen Schleife, so setzt sich der Gesamtwiderstand W bei Überbrückung durch einen beliebigen Widerstand w aus beiden linear zusammen:



Gesamtstrom $I = i_4 + i_2 = i_3 + i_4$.
Abb. 2. Die überbrückte Leiterschleife.

$$W = \frac{\varphi W_0 + w W_x}{\varphi + w}.$$

Hierin ist w der Widerstand des Überbrückungsdrahtes (vgl. Abb. 2), φ ist der Widerstand der vier Brückenzweige, gemessen zwischen den Überbrückungspunkten, also

$$\varphi = \frac{1}{\frac{1}{w_1 + w_3} + \frac{1}{w_2 + w_4}} = \frac{(w_1 + w_3)(w_2 + w_4)}{\sum\limits_{1 \ldots 4} w_i}.$$

Man gelangt zu der Formel für W durch Anwendung eines mathematischen Mischungstheorems, wobei W_0 und W_∞ die Randwerte sind[2]). Das Ergebnis läßt sich unmittelbar übersehen, wenn man die Grenzwerte 0 und ∞ für w und φ einsetzt. Der Strom im Brückenzweig der nichtausgeglichenen Wheatstoneschen Brücke ist genau

$$i = \frac{(w_2 w_3 - w_1 w_4) W_0}{\sum\limits_{1 \ldots 4} w_i w_j w_k + w W_0 \sum\limits_{1 \ldots 4} w_i} I.$$

Im besonderen Falle, wenn der Widerstand des Brückenzweiges gegen den Gesamtwiderstand klein ist, wird er angenähert:

$$i_0 = \frac{(w_2 w_3 - w_1 w_4) W_0}{\sum\limits_{1 \ldots 4} w_i w_j w_k} I.$$

Aus diesem Ausdruck erkennt man, wie der Überbrückungszweig w bei Annäherung an die Bedingung der Wheatstoneschen Brücke $w_1 : w_2 = w_3 : w_4$ stromlos wird, und auch die für die Genauigkeit der Meßbrücke maßgebenden Faktoren.

Prof. Dr. K. Lichtenecker, Prag-Reichenberg.

525. 215 : 539. 163 **Untersuchungen über die kosmische Strahlung.** — Während des internationalen Polarjahres hat A. Dauvillier Untersuchungen über die kosmische Höhenstrahlung am Scoresby Sund durchgeführt, die sich besonders auf die Abhängigkeit von der Sonnentätigkeit erstreckten. Obwohl die Messungen einen solchen Zusammenhang nicht erkennen lassen, glaubt der Verfasser doch, seine Theorie von dem solaren Ursprung der Höhenstrahlung aufrecht erhalten zu können, da die zu erwartenden Schwankungen von den unregelmäßigen Störungen überdeckt werden.

Im Gegensatz zu dieser Theorie glauben viele Forscher, den Ursprung der Höhenstrahlung im Weltenraum suchen zu müssen. W. Kohlhörster berichtet in einer vorläufigen Mitteilung über die Ergebnisse der laufenden Aufzeichnungen am Höhenstrahlungslaboratorium Potsdam während des Aufflammens des neuen Sternes im Herkules. Versuche mit koinzidierenden Zählrohren ergaben während der Zeit vom 22. bis 31. XII. 1934 589 704 Koinzidenzen. Die statistische Auswertung lieferte während des Tagesdrittels, in dem die Nova Herculis kulminierte, eine Erhöhung um 1,74 %; sie ist viermal größer als der statistische Fehler. Der Verfasser hält es für nicht ganz unwahrscheinlich, daß die Nova für diese Zunahme in Betracht zu ziehen wäre. Sie würde also zur Zeit 1 bis 2 % der gesamten Höhenstrahlung liefern, und 50 bis 100 solcher Sterne wären für die in Erdnähe beobachtete Höhenstrahlung verantwortlich. Diese Zahl ist mit Schätzungen der Astronomen nicht unvereinbar. [M. A. Dauvillier, J. Physique Radium 5 (1934) S. 640. — W. Kohlhörster, Z. Physik 93 (1935) S. 429.] *Br.*

621. 396. 622 **Über Detektoren.** — Nach Versuchen von F. Heineck zeigt reines Bleisulfid, dessen Oberfläche im Vakuum entfernt wird, keine unipolare Leitfähigkeit. Diese tritt aber sofort auf, wenn Dämpfe von Azeton, Benzol, Methanol oder Wasser hinzutreten. Bedingung für die unipolare Leitfähigkeit ist also die Bedeckung der Oberfläche mit einer Sperrschicht von hohem Widerstand. Die chemische Natur dieser Schicht scheint ohne Einfluß zu sein. Die Versuche wurden von H. Geismann weiter geführt. Die Sperrschicht läßt sich durch Auspumpen der Zelle oder Erwärmen des Kristalls wieder abbauen; es handelt sich also bei ihrer Ausbildung um reine Adsorption und nicht um Chemoadsorption. Auch wenn man zwischen Metallen (z. B. Platinblech und Platinspitze) eine Sperrschicht durch Schwefel, Naphthylamin, Kadmiumjodid u. a. erzeugt, erhält man gute Detektoren; doch ist eine Spitze unbedingt erforderlich. Die Unipolarität besteht nur gegen Wechselstrom ausreichender Frequenz, nicht gegen Gleichstrom. [F. Heineck, Physik. Z. 35 (1934) S. 113. — H. Geismann, Physik. Z. 36 (1935) S. 132.] *Br.*

Hochspannungstechnik.

621. 316. 313. 027. 3 **Neuere ausländische Hochspannungs-Versuchsfelder.** — Den Berichten über zwei neuere, besonders für Stoßspannungsversuche bestimmte Hochspannungs-Versuchsfelder in Frankreich und Amerika seien die nachfolgenden Angaben entnommen:

Es handelt sich dabei um das Ampere-Laboratorium der Compagnie Générale d'Électro-Céramique in Ivry bei Paris (im folgenden mit E.C. bezeichnet) und das jetzt wesentlich vergrößerte Laboratorium der Ohio Brass Co. in Barberton, Ohio (im folgenden mit O.B. bezeichnet). Beide Versuchsfelder sind für Stoßspannungen bis 3 Mill Volt Scheitelwert bestimmt, und bei beiden sind die Stoßgeneratoren nach der bekannten Marxschen Vervielfachungsschaltung[1]) gebaut, wenn auch der Aufbau im einzelnen etwas voneinander abweicht. Die verfügbaren Leistungen ergeben sich aus folgenden Angaben: Bei E.C.: 100 in mit ölgefüllten Metallkästen liegende Papierkondensatoren mit einer Kapazität von 0,5 μF und 30 000 V, angeordnet in 20 Stufen zu je 5 Stück in Reihe, also für 150 kV Ladespannung. Bei O.B. 42 ähnliche Kondensatoren von 0,33 μF und 75 000 V zu je 2 in Reihe geschaltet für 150 kV Ladespannung. Da für die meisten Zwecke 2 Mill V Stoßspannung genügen, besteht die Anlage für diese Spannung aus einem fahrbaren Generator für Innenraumprüfungen, auf den für Freiluftprüfungen mit 3 Mill V ein ganz entsprechender weiterer Teil aufgesetzt und zugeschaltet werden kann. Die ganze Höhe des Stoßgenerators beträgt dann nur etwa 7 m. Mit Rücksicht auf die Verwendung im Freien sind für die Isolierung ausschließlich Porzellanisolatoren wie auch Porzellanumkleidungen für die Ladewiderstände verwendet. Die Kondensatoren sind horizontal liegend mit ihren Durchführungen nach der Innenseite des turmähnlichen Aufbaues gerichtet und schneckenförmig (nach Art einer Wendeltreppe) angeordnet. Durch diese auch in Deutschland schon vor längerer Zeit ausgeführte Anordnung wird zugleich die Induktion und die Streukapazität gegen Erde auf ein Mindestmaß verringert und dadurch die Leistungsfähigkeit der Anlage gesteigert.

Zur Beurteilung der Stoßanlage mögen noch folgende Zahlenangaben für den 2 Mill V-Aufbau dienen:

Reihenkapazität = 0,0118 μF,
Reiheninduktanz = 52 μH,
Reihenwiderstand (zur Dämpfung von Schwingungen = 600 Ω.

Diese Werte bedingen, wenn keine weitere Kapazität im Prüfkreis eingeschaltet ist, eine Wellenstirn von etwa 1 μs.

---

[1]) ETZ 55 (1934) S. 1012.

[2]) $$W_0 = \frac{1}{\frac{1}{w_1} + \frac{1}{w_3}} + \frac{1}{\frac{1}{w_2} + \frac{1}{w_4}} = \frac{\sum\limits_{1 \ldots 4} w_i w_j w_k}{(w_1 + w_3)(w_2 + w_4)}$$

$$W_\infty = \frac{1}{\frac{1}{w_1 + w_2} + \frac{1}{w_3 + w_4}} = \frac{(w_1 + w_2)(w_3 + w_4)}{\sum\limits_{1 \ldots 4} w_i}.$$

[1]) ETZ 45 (1924) S. 652.

Bei der Anlage der E.C. ist der ebenfalls turmartige, mit trapezförmigem Querschnitt unter Verwendung von viereckigen Stahlröhren und Porzellanisolatoren aufgebaute Stoßgenerator 12,1 m hoch, wobei die Kondensatoren auf den langen Trapezseiten und die Zwischenfunkenstrecke nebst Widerständen auf den kurzen Trapezseiten angeordnet sind. Diese Funkenstrecken werden wie auch bei der O.B. gleichzeitig von dem Prüfstand motorisch betätigt. Für vielseitige Umschaltbarkeit der Kapazität des Stoßgenerators bei entsprechend veränderter Entladespannung sowie für besonders leichte Änderung der Form der vom Generator erzeugten Stoßwelle ist Sorge getragen.

Ein neuzeitlicher Kathodenstrahl-Oszillograph gestattet die genaue Nachprüfung und Aufzeichnung der jeweiligen Stoßwelle. Zur Spannungsmessung dient bei der O.B. eine Kugelfunkenstrecke von 1,5 m Dmr., bei E.C. von 2 m Dmr., deren Abstand hier optisch gemessen wird.

Beide Prüffelder sind außerdem für betriebsfrequente und hochfrequente Spannungsprüfungen ausgerüstet. Hierzu dient bei der E.C. ein Kaskadensatz von drei luftisolierten Transformatoren für 1 Mill V gegen Erde, gespeist von einem Drehstromgenerator mit Antriebsmotor von 140 kW Leistung. Jeder der 3 Transformatoren hat ein Übersetzungsverhältnis von 500 auf 375 000 V und eine Leistung von 125 kVA. Natürlich können sie auch einzeln, in Parallel- oder Drehstromschaltung verwendet werden.

Bei O.B. können 3 Transformatoren von je 750 kV in Reihe geschaltet werden, von denen 2 ständig im Freien auf je einem hohen Aufbau aus Porzellansteinen, einer im Innenprüfraum, ebenfalls gegen Erde isoliert aufgestellt, stehen. So können Spannungen bis 2 Mill V zwischen den Phasen durchgeführt werden. Die Frequenz kann zwischen 25 und 60 Hz verändert werden.

Hochfrequenzprüfungen können bei der E.C. bis 500 000 Hz, bei O.B. von 50 000 bis 100 000 Hz und eine Spannung von 750 kV ausgeführt werden. [J. T. Lusignan u. H. L. Rorden, Electr. Engng. 53 (1934) S. 1255, P. Schnep u. M. Sollima, Rev. Gén. Electr. 37 (1935) S. 299, Electrician 113 (1934) S. 635.] *Kz.*

621. 316. 933 **Betriebsfrequente Überschlagkurven verschiedenster Anordnungen.** — Um für Betriebsfrequenz die Überschlagkurven in Luft für möglichst viele im praktischen Betrieb vorkommenden Fälle zu bestimmen, wurde von G. Rebora im Elektrotechnischen Laboratorium der Höheren Ingenieurschule zu Mailand eine große Anzahl systematischer Versuche mit den verschiedensten Anordnungen, wie

a) einer Hörnerfunkenstrecke,
b) einer Spitze, einem Stab oder einem an den Enden abgerundeten flachen Bügel gegenüber einer Ziegelmauer,
c) einer Kugel gegenüber einer Mauer und endlich
d) zwischen denselben Elektroden gegenüber einer Kalkmörtelwand mit Spannungen bis 250 $kV_{eff.}$ durchgeführt.

Zum Vergleich wurden noch die Überschlagsspannungen zwischen zwei Kugelelektroden verschiedener Größe sowie vor allem zwischen zwei Spitzenelektroden bestimmt und letztere jeweils in die Kurven mit eingetragen.

Hierbei ergab sich, daß bei der Hörnerfunkenstrecke für kleine Schlagweiten bis etwa 5 cm die Überschlagsspannungen zusammenfielen, für größere Schlagweiten aber die Überschlagsspannung um so höher ist, je größer der Durchmesser der benutzten Metallrohre (zwischen 3 und 20 mm) war. Für die Anordnung Ziegelmauer gegenüber beliebig gestalteter Gegenelektrode fielen die Überschlagsspannungen praktisch mit der für zwei Spitzenelektroden gültigen Kurve zusammen; nur für Kugel gegen Mauer ergab sich für kleine Abstände ein ähnliches Verhalten wie bei einer Hörnerfunkenstrecke. Bei Verwendung der Kalkmörtelwand ergaben sich je nach den verwendeten Elektroden ziemlich abweichende Spannungswerte nach Art einer Spitzenfunkenstrecke. Wertvoller als bei Betriebsfrequenz würden allerdings wohl entsprechende Versuche bei Spannungsstoß gewesen sein, da diese im Betrieb bei unvorhergesehenen Überschlägen sicher eine weit wichtigere Rolle spielen. Hoffentlich erfüllt der Verfasser seine Absicht, diese Ergänzungsversuche später noch folgen zu lassen. [Elettrotecn. 22 (1935) S. 202.] *W. W.*

Apparate und Stromrichter.

621. 316. 542. 23 **Neuer kleiner Walzenschalter.** — Ein neuer Walzenschalter für Motorenleistungen bis 5,5 kW bei Spannungen bis 500 V Drehstrom eignet sich als Ein- oder Umschalter für direktes Schalten von Gleich- und Wechselstrommaschinen, z. B. für Kleinantriebe in der Lebensmittel- und Textilindustrie, für Werkzeugmaschinenantriebe usw., ferner als Wahlschalter bei Abhängigkeitsschaltungen in Motor- oder Steuerstromkreisen. Die Abmessungen des Schalters konnten durch Verwendung von Hartsteinzeug als Isoliermaterial und Grundplatte klein gehalten werden. Zwischenwände erhöhen die Schaltleistung, so daß auf verhältnismäßig kleinen Räumen große Schaltleistungen bewältigt werden, was besonders bei Verwendung an Werkzeugmaschinen von Bedeutung ist. Die Walzenschalter werden als Einsatzschalter (Abb. 3), als Einbauschalter mit Gußfrontplatte und gußgekapselt mit und ohne Sicherungen gebaut. *Sh.*



Abb. 3. Walzenschalter für Schaltleistungen bis 5,5 kW (500 V).

Chemie.

621. 352. 32 **Braunstein als Depolarisator.** — Den heutigen Ansprüchen an die Güte der Trockenbatterien genügen die eingeführten kaukasischen Naturbraunsteinerze als Depolarisationsmittel nicht mehr. Daher wird in Deutschland, wie auch im Ausland, fleißig daran gearbeitet, geeignetere Stoffe auf der MnO_2-Basis zu erzeugen, gegebenenfalls sogar die deutschen Braunsteinvorkommen auszunutzen. Im allgemeinen beruhten die entsprechenden Versuche auf nur empirischen Verfahren, da die wissenschaftlichen Zusammenhänge und der Begriff der Braunsteinwirksamkeit (Aktivität) keineswegs als geklärt gelten konnte. Auf Grund einer großen Anzahl technischer Versuche und wissenschaftlicher Untersuchungen hat der Verfasser versucht, durch Zusammenfassung der erhaltenen Ergebnisse Licht in die chemischen Vorgänge des Depolarisationsprozesses zu bringen. Hierfür wurde zunächst ein Verfahren entwickelt, das mit Sicherheit die Depolarisationskraft (Aktivität) eines gegebenen Braunsteins im Laboratorium zu bestimmen gestattet, nachdem die früheren, sehr rohen Verfahren für die heutigen Stoffe vollkommen versagen.

Die Aktivität eines Braunsteins ist nach den getroffenen Feststellungen durch die folgenden drei Eigenschaften bedingt: 1. Mahlung und Struktur, 2. Adsorptionsfähigkeit, 3. Hydratationsgrad (des MnO_2 in Mangansuperoxydhydrat). Jeder dieser drei Einflüsse wurde unter besonderer Berücksichtigung der Lufthilfsdepolarisation auf seine Wirkung auf die gefürchtete Selbstentladung der Trockenzellen untersucht. Es zeigte sich, daß die durch Braunstein bedingte Selbstentladung durch das Inlösunggehen hochwertiger Manganionen bedingt ist. Die Geschwindigkeit des Selbstentladungsvorganges hängt in weitem Maße von dem verwendeten Elektrolyten und vom Hydratationsgrad des Braunsteins ab. Gleichzeitig wird der Lösungsprozeß durch adsorptiv eintretenden Luftsauerstoff stark begünstigt.

Außer diesen Feststellungen enthält die Arbeit Ausführungen über analytische Wertbestimmungen von Braunstein unter neueren Gesichtspunkten. [C. Drotschmann, Braunstein als Depolarisator, Berichte über eigene Versuche und Anschauungen, erschienen im Verlag Batterien, Berlin 1935.] *Sb.*



WIRTSCHAFTSTEIL.

Die Elektrizitätswirtschaft Großbritanniens in den Jahren 1933 und 1934.

Von Dr. techn. P. Frhr. v. Stritzl, London.

621. 311. 1. 003. (41/42)

Übersicht. Technische und wirtschaftliche Maßnahmen zur Einfügung des Landesleitungsnetzes in den Rahmen der englischen Elektrizitätswirtschaft kennzeichneten die Entwicklung; sie wirkten sich in der Stromerzeugung bereits aus. Der Verbrauch elektrischer Arbeit ist in stetigem Anstieg begriffen, der in den beiden Berichtsjahren über 10 bzw. 14 % betrug.

1. Allgemeines.

Den nunmehr vorliegenden Berichten[1]) über die Ergebnisse der ersten zwei Jahre der Elektrizitätswirtschaft nach — zunächst teilweiser — Inbetriebnahme des Landesleitungsnetzes[2]) sind nachstehende Angaben entnommen.

Im Londoner Versorgungsgebiet hat sich zwar durch einige Zusammenschlüsse und durch das Eingreifen des Central Electricity Board die Zahl der Kraftwerke erheblich vermindert, dagegen bestehen immer noch 43 selbständige Verteilungsunternehmungen, die zum Teil auch selbst Strom erzeugen und vielfach außer über das Landesnetz auch direkt miteinander wie auch mit benachbarten Unternehmungen angrenzender Landbezirke in Verbindung stehen. Eine Übersicht gewährt Abb. 1; bei Privatgesellschaften ist der volle Firmentitel angegeben, bei städtischen Unternehmungen erscheint nur der Name des betreffenden Stadtteiles. Es besteht das Bestreben einer Hebung des Wirkungsgrades der Verteilung und des Absatzes durch Zusammenschlüsse; der vor kurzem erfolgten Vereinigung von 6 Verteilungsunternehmen dürften in naher Zukunft weitere ähnliche Gründungen folgen.

Während in London und den übrigen Städten die Benutzung elektrischer Arbeit bereits recht hoch entwickelt ist, hinkt die Entwicklung auf dem flachen Lande gegenüber anderen europäischen Staaten noch zurück. Es werden daher erhebliche Anstrengungen gemacht, den ländlichen Stromabsatz zu fördern. Erwähnung verdienen in diesem Zusammenhang zwei 11 kV-Netze, die versuchsweise errichtet wurden mit dem Ziel, innerhalb von zwei Jahren jedem Einwohner der betreffenden Gebiete elektrischen Strom zugänglich zu machen. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Versuche sind für das Jahr 1933 in der Zahlentafel 1 zusammengestellt.

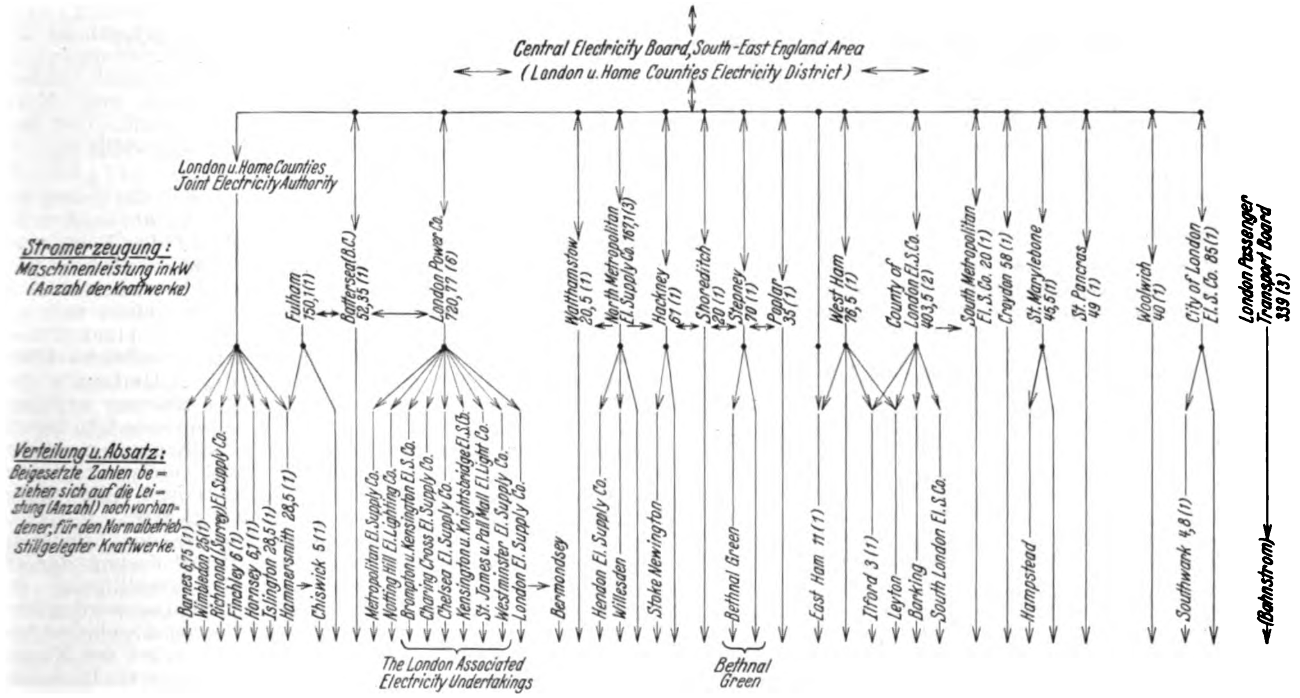


Abb. 1. Schematische Darstellung der Stromversorgung Groß-Londons nach dem Stande von Anfang 1935.

Zahlentafel 1. Versuchsergebnisse der Elektrisierung landwirtschaftlicher Gebiete (1933).

Gebiet	Betriebsbeginn	Fläche km²	Einwohnerzahl 1931	Anzahl der Gebäude 1931	Anzahl der Abnehmer Ende 1933	Energieabsatz 1933 kWh	Mittlerer Strompreis Pf*)	sonstige Einnahmen Pf je kWh	Kosten je kWh Strombezug Pf	Kosten je kWh Betriebsunkosten Pf	Kapitaldienst Pf	Invest. Kapital Mill RM	Verlust je kWh Pf
Bedford . .	1930	280	19 214	5540	4087	5 210 164	8,8	1,2	4,0	3,3	4,9	4,43	2,2
Norwich . .	1931	320	13 744	3872	1982	821 199	17,7	2,9	4,0	7,9	17,3	2,05	8,6

*) 1 RM = 1/— sh

Diese Zahlen lassen wohl erkennen, daß sich die erzwungene Stromversorgung ländlicher Distrikte in England, für sich allein betrachtet, zunächst nicht bezahlt macht. Dabei wurde Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals bei den beiden betreffenden Unternehmungen, wie die Zahlentafel 1 erkennen läßt, in verschiedener Höhe in Rechnung gestellt.

[1]) Fourteenth Annual Report of The Electricity Commissioners, London 1934, und Central Electricity Board, Sixth & Seventh Annual Report, London 1934, 1935.
[2]) ETZ 54 (1933) S. 448.



2. Antriebskraft.

In der Verteilung der Antriebskraft sind gegenüber dem Vorjahre[3]) keine nennenswerten Änderungen eingetreten. Das Ende 1933 fertiggestellte Wasserkraftwerk Tummel (Maschinenleistung 34 MW) nützt eine weitere Stufe des vom Loch Rannoch abfließenden Wassers aus, wo bereits ein Wasserkraftwerk bestand.

3. Leistung und Arbeit.

In den beiden Berichtsjahren wurden an neuen Großkraftwerken bzw. Erweiterungen bestehender Werke in Betrieb genommen: Barking (2 × 75 MW), Battersea (2 × 60 MW), Dunston (3 × 50 MW), Ironbridge (50 MW) und Brighton (30 MW); ferner das Wasserkraftwerk Tummel (34 MW); die Erweiterung der Kraftwerke Fulham (um 2 × 60 MW) und Battersea (um 100 MW) wurde nahezu beendet, ebenso der Neubau des Werkes Tir John North bei Swansea (2 × 30 MW).

Folgende Erweiterungen wurden während des Jahres 1934 vom Central Electricity Board den Besitzern angeschlossener Kraftwerke („selected stations") vorgeschrieben bzw. genehmigt:

Name des Werkes	Besitzer	Erweiterung um
Stuart Street	Stadt Manchester	1.30 000 kW
Kearsley	Lancashire El. Power Co.	1.50 000 „
Sculcoates	Stadt Kingston-upon-Hull	1.25 000 „
Blackburn Meadows	Stadt Sheffield	1.30 000 „
Neepsend	Stadt Sheffield	1.30 000 „
Hams Hall	Stadt Birmingham	2.50 000 „
Spondon	Derbyshire & Notts. El. Power Co.	1.30 000 „
Hardingstone	Northampton El. Light & Power Co.	1.30 000 „
North Wilford	Stadt Nottingham	1.30 000 „
Ironbridge	West Midlands Joint Electricity Authority	1.50 000 „
Southwick	Stadt Brighton	1.30 000 „
Barking	County of London El. Supply Co.	1.75 000 „
Western Esplanade	Stadt Southampton	1.25 000 „

Die Gesamtstromerzeugung des Jahres 1933 betrug 14,96 (im Vorjahre 13,66) Mrd kWh, sie stieg 1934 auf rd. 17 Mrd kWh an. Sie verteilt sich gemäß Zahlentafel 2.

Zahlentafel 2. Verteilung der Gesamtstromerzeugung.

Besitzer	Anzahl der Werke (1933)	erzeugte Energiemenge (1933) in Mill kWh	erzeugte Energiemenge (1933) in % der Gesamterzeugung
öffentliche Körperschaften	237	7 913	52,9
konzessionierte Privatunternehmen	212	5 645	37,7
Bahnen	17	851	5,7
Straßenbahnen	13	411	2,7
nichtkonzessionierte Privatunternehmen	10	144	1,0
Insgesamt	489	14 964	100,0

Der Anteil der größten und wirtschaftlichsten Werke an der Stromerzeugung hat sich gegenüber 1932 wieder beträchtlich gehoben, bei Senkung des durchschnittlichen Brennstoffverbrauches von 0,79 auf 0,75 (1933) bzw. 0,73 (1934) kg je kWh (Zahlentafel 3).

Zahlentafel 3. Stromerzeugung nach der Jahresleistung einzelner Kraftwerke.

Jahreserzeugung je Werk Mill kWh	Anzahl der Werke (1933)	gesamte Jahreserzeugung (1933) Mill kWh	gesamte Jahreserzeugung (1933) %
bis 0,05	49	1,1	0,01
0,05 ... 0,1	23	1,7	0,01
0,1 ... 0,25	53	8,8	0,06
0,25 ... 0,5	34	12,1	0,08
0,5 ... 1	46	34,3	0,23
1 ... 2,5	46	74,5	0,50
2,5 ... 5	31	113,2	0,76
5 ... 10	28	208,0	1,39
10 ... 25	51	863,6	5,77
25 ... 50	45	1 618,2	10,81
50 ... 100	37	2 766,0	18,48
100 ... 200	30	4 095,2	27,37
200 und darüber	16	5 166,9	34,53
Insgesamt	489	14 963,6	100,00

Der Central Electricity Board hat von dem ihm gesetzlich zustehenden Recht der Bestimmung des Fahrplanes der einzelnen Kraftwerke vollen Gebrauch gemacht. Von den 25 Kohlenkraftwerken der beiden, bereits 1933 in Vollbetrieb befindlichen Distrikte, Mittelschottland und Mittelostengland, die als „Selected Stations" erklärt worden waren, erzeugten die zehn wirtschaftlichsten 76 % der gesamten Arbeit. Für die verkaufte Arbeit ergab sich im Jahre 1933 gegenüber dem Vorjahre eine Steigerung um über 10 %, sie stieg bei den Werken im Besitz öffentlicher Körperschaften auf 7030,1 Mill kWh, bei den Privatunternehmungen auf 4076,3 Mill kWh; insgesamt wurden im Jahre 1933 somit 11 106,4 Mill kWh abgesetzt, d. i. bei einer Bevölkerungszahl von 45,26 Mill etwa 245 kWh je Einwohner. Für das Jahr 1934 betrugen die entsprechenden Zahlen rd. 12,7 Mrd kWh bzw. 280 kWh je Einwohner. An dieser günstigen Entwicklung hat die mit Ausnahme der Kohlen- und Textilindustrie im allgemeinen gute Wirtschaftslage während der Berichtszeit, aber auch die rege Werbetätigkeit aller beteiligten Stellen und die teilweise Senkung der Strompreise ihren Anteil.

[3]) ETZ 55 (1934) S. 345.

4. Versorgungsgebiet.

Das in vorstehenden Zahlen erfaßte Gebiet ist das gleiche wie im Vorjahr.

5. Bemerkenswertes aus den Berichtsjahren.

Mit dem 1. I. 1933 hat der Central Electricity Board in den beiden Distrikten Mittelschottland und Mittelostengland den vollen Betrieb aufgenommen; am 1. I. 1934 folgten drei weitere Distrikte, nämlich Südostengland, Ostengland und Nordwestengland und Nordwales, am 1. IV. 1934 auch noch Mittelengland. Der Rest des Landesnetzes war zu Ende 1934 fertiggestellt und betriebsbereit.

In technischer Hinsicht haben die neuen Anlagen im allgemeinen befriedigt. Eine Anzahl örtlich begrenzter Betriebsunterbrechungen ist auf das Fehlen geeigneter Schutzeinrichtungen zurückzuführen; bekanntlich ist im Landesnetz und in nahezu sämtlichen angeschlossenen privaten Verteilungsnetzen der Sternpunkt satt geerdet, so daß nahezu jeder Erdschluß zu einer Unterbrechung führen muß. Auch wurden neuzeitliche Überspannungsableiter bisher nur in geringem Umfang eingebaut. Hier sei auch eine ausgedehnte Störung erwähnt, über die bereits berichtet wurde[4]). Anderseits hat bereits eine nennenswerte gegenseitige Unterstützung benachbarter Werke über das Landesnetz stattgefunden. So übernahm z. B. die London Power Co. 1934 in 7 Fällen kurzfristig Aushilfslasten zwischen 8 und 25 MW.

Obwohl natürlich die vollen Vorteile des Landesleitungsnetzes, also insbesondere die Verminderung der erforderlichen Reserveleistung und die Verbilligung der Strompreise, erst nach geraumer Zeit fühlbar werden können, zeigt bereits ein Vergleich der Betriebsergebnisse von 1934 mit denen von 1932 — dem letzten Jahre des Einzelbetriebes — eine Herabsetzung des mittleren Brennstoffverbrauches je erzeugte kWh um 7 %, entsprechend einer Brennstoffersparnis von 10 Mill RM[5]). Der Wert der Erzeugungsanlagen, auf deren Errichtung während der letzten Jahre infolge Vorhandenseins des Landesnetzes verzichtet werden konnte, wird auf 180 Mill RM geschätzt.

Der Förderung des Stromabsatzes, insbesondere an Großabnehmer, dient eine neue gesetzliche Bestimmung, die dem Central Electricity Board das Recht einräumt, einem Unternehmer für den genannten Zweck besondere Vergünstigungen zu gewähren. Ferner wurde, unter Durchbrechung bestehender Konzessionsrechte, dem Central Electricity Board die Ermächtigung erteilt, elektrische Hauptbahnen direkt mit Energie zu beliefern.

Ein interessanter Streit geht derzeit um die Strompreise für die Verrechnung zwischen dem Central Electricity Board und solchen Unternehmungen, die sowohl Strom in das Landesleitungsnetz liefern als auch aus demselben beziehen. Die Grundlage der Verrechnung wurde bereits früher erläutert[6]).

Infolge seiner gesetzlichen Befugnisse ist der Board berechtigt, den Fahrplan jedes Kraftwerkes vorzuschreiben. Es kann also vorkommen und ist tatsächlich geschehen, daß ein früher selbständiges, jetzt aber als Spitzenwerk arbeitendes Kraftwerk gegenüber dem frühe-

[4]) ETZ 55 (1934) S. 907.
[5]) Siehe Fußnote der Zahlentafel 1.
[6]) ETZ 54 (1933) S. 448.

ren Alleinbetrieb mit vergleichsweiser hoher Belastungsdauer nun erheblich gesteigerte Erzeugungskosten je kWh ausweist, während dem Besitzer für die aus dem Landesnetz bezogene Grundlastenergie ein unter Umständen bedeutend höherer Preis nach dem festgesetzten Rahmentarif berechnet wird.

So hat beispielsweise die London Power Co., der drei von den wichtigsten Londoner Kraftwerken gehören, im abgelaufenen Jahre 400 Mill kWh, d. i. ein Viertel ihrer Gesamterzeugung, in das Landesleitungsnetz geliefert, sie soll dafür nur ein Achtel ihrer Gesamteinnahmen erhalten. Durch die hiermit gegebene finanzielle Vorbelastung hat es sich als notwendig erwiesen, den von der London Power Co. belieferten Verteilungsunternehmungen (Abb. 1) gegenüber dem Vorjahr um 5 bis 10 % erhöhte Strompreise in Rechnung zu stellen.

Ähnlich liegen die Dinge bei der Midland Counties Electric Supply Co., in deren Avon-Kraftwerk eine zusätzliche Maschinenleistung von 17 000 kW nur für die Zwecke des Central Electricity Board bereitgehalten werden mußte, ohne daß hierfür eine Entschädigung vorgesehen ist. Inwiefern einer derartigen Benachteiligung eines Unternehmens anderseits Vorteile gegenüberstehen, die aus dem Anschluß an das Landesnetz erwachsen, ist schwierig zu beurteilen, da die Grundlage für die Verrechnung zum großen Teil hypothetischer Natur ist. Einer Entscheidung der schwebenden Streitfragen muß man mit großem Interesse entgegensehen.

Die Arbeiten zur Vereinheitlichung der Frequenz wurden mit finanzieller Unterstützung von seiten des Central Electricity Board tatkräftig fortgesetzt und in mehreren Gebieten zum Abschluß gebracht. Für diesen Zweck wurden im Jahre 1933 56 Mill, 1934 45 Mill RM ausgeworfen.

Zusammenfassung.

Wie man sieht, hat sich die Einfügung des Landesleitungsnetzes in die englische Elektrizitätswirtschaft plangemäß vollzogen. Die stetige Zunahme des Stromabsatzes der letzten Jahre hat sich auch in den beiden Berichtsjahren fortgesetzt. Auf einige besondere Erscheinungen, die während der Überleitung vom Einzelbetrieb zur großzügigen Planwirtschaft aufgetreten sind, wurde in dem Bericht kurz hingewiesen.

Der 2. Bericht über die Arbeiten des Aktienrechts-Ausschusses der Akademie für das deutsche Recht.

347. 725

In ETZ 55 (1934) S. 816 war der erste von Wilhelm Kißkalt, München, erstattete Bericht über die im ersten Vierteljahr 1934 stattgehabten Sitzungen des von der Akademie für deutsches Recht eingesetzten „Ausschusses für Aktienrecht" eingehend besprochen worden. Der Ausschuß hat inzwischen 6 weitere Sitzungen abgehalten und auch einen Unterausschuß für Konzernfragen eingesetzt, der am 22. III. 1935 tagte. Das Ergebnis dieser Sitzungen hat W. Kißkalt in einem zweiten Bericht zusammengefaßt[1]). Wir entnehmen diesem Bericht folgendes:

Gegenstand der weiteren Sitzungen bildeten die Nachprüfung und die weitere Verarbeitung der im ersten Bericht niedergelegten Ergebnisse, sowie eine Reihe von Sonderfragen des Aktienrechtes. Wiederholt erörtert wurde auch nochmals das Verhältnis der Aktiengesellschaft zum Staate. Betreffend der Konzessionspflicht der Aktiengesellschaften bzw. der Bedürfnisfrage bei Neugründungen wurde an dem Beschlusse des ersten Berichtes festgehalten. Die Entscheidung darüber sei nicht Sache des Aktienrechts, sondern müsse von der öffentlichen Wirtschaftsgesetzgebung erledigt werden, die diese Frage unabhängig von der Form des Unternehmens zu entscheiden hätte. Die Gesetzgebung des nationalsozialistischen Staates hat inzwischen bereits begonnen, in vollem Einklang mit den Ausführungen des ersten Berichtes, den Einfluß des Staates auf Wirtschaft und Betriebe unabhängig von der Betriebs*form* festzulegen und auszugestalten.

Der Ausschuß glaubt daher, seine weiteren Arbeiten im wesentlichen dem Ausbau seiner Vorschläge über Anonymität und Führerprinzip sowie einer Reihe von Sonderfragen des Aktienrechts zuwenden zu sollen.

I. Anonymität.

Der Ausschuß hält seine Vorschläge auf Erhöhung des gesetzlich zulässigen Mindestkapitals für die Gründung von Aktiengesellschaften von 50 000 RM etwa auf 500 000 RM und die Überleitungen kleinerer Gesellschaften in andere Unternehmungsformen aufrecht. Seiner Anregung, diesen Übergang zu erleichtern, indem nicht mehr die Zustimmung sämtlicher Aktionäre Voraussetzung sein soll, ist inzwischen in der Durchführungsverordnung zum Gesetz über die Umwandlung von Kapitalgesellschaften vom 14. XII. 1934 Rechnung getragen.

Auch seinen Vorschlag auf Festsetzung des Mindestnennbetrages der Aktien mit 1000 RM hält der Ausschuß aufrecht. Bezüglich der Pläne, den Daueraktionären eine Vorzugsstellung einzuräumen, ist der Ausschuß bei seinen weiteren Beratungen zu dem Vorschlage gelangt, daß der Aktionär berechtigt sein soll, seine Aktien, einschl. der Gewinnanteil- und Erneuerungsscheine, bei der Gesellschaft zu hinterlegen und sie in ein Aktienbuch eintragen zu lassen. Wer mindestens 2 Jahre im Aktienbuch eingetragen ist, soll für die eingetragenen Aktien in der Generalversammlung doppeltes Stimmrecht erhalten. Hierdurch würde die Anonymität gemildert und die Aktionäre würden wieder mehr Fühlung mit der Gesellschaft gewinnen.

Ferner hat der Ausschuß sich wiederholt und eingehend mit der Frage beschäftigt, der Verwaltung unabhängig vom Aktienbesitz ein Stimmrecht zu erteilen. Er ist zu der Überzeugung gelangt, daß die bedeutsame Arbeit und Leistung der Verwaltung dadurch anerkannt werden müsse, daß ihr auch die Möglichkeit, mitzureden, gewährt würde. Die Ausübung dieses Stimmrechtes soll dem Vorstande zustehen. Der Aufsichtsrat soll indes gegen die Ausübung ein Vetorecht besitzen, jedoch nur auf Grund eines mit ¾-Mehrheit zu fassenden Beschlusses.

Geht das Ziel dieser Vorschläge dahin, zu erreichen, daß der Aktionär in stärkerem Maße aus seiner Anonymität heraustritt, so hat der Aktionär umgekehrt auch einen Anspruch darauf, zu wissen, mit wem er es zu tun hat, mit anderen Worten auf ein stärkeres Hervortreten der leitenden Persönlichkeiten der Verwaltung. Es bestand im Ausschuß Einigkeit darüber, daß in Zukunft der Aktionär einen völlig klaren Einblick in die berufliche oder geschäftliche Stellung der leitenden und verantwortlichen Personen erhalten müsse.

II. Führerprinzip.

1. Die Generalversammlung: Sie soll in Zukunft nicht das in allen Fragen zuständige oberste Organ sein. Zu ihrer Zuständigkeit würden vor allem Beschlüsse über Satzungsänderungen, über die Bestellung und Abberufung des Aufsichtsrates sowie über die Billigung und der Mißbiligung der Geschäftsführung gehören. Dagegen würde die Feststellung der Jahresbilanz und der Gewinn- und Verlustrechnung sowie über die Entscheidung der Gewinnverteilung Sache der Verwaltung, und zwar, nach Durchführung des Führerprinzips, Sache des Vorstandes sein; denn dieser ist der Leiter des Betriebes und für dessen Entwickung verantwortlich. Als Sicherheitsventil gegen etwaige Übergriffe des Vorstandes wird es sich empfehlen, den Aufsichtsrat mit der Befugnis auszustatten, auf Grund eines mit ¾ Mehrheit zu fassenden Beschlusses gegen die Bilanzfestsetzung durch den Vorstand Einspruch zu erheben und die Entscheidung der Generalversammlung anzurufen.

Wenn der Generalversammlung auch nicht mehr die Beschlußfassung über die Bilanzlegung zusteht, so hat sie doch über Billigung oder Mißbilligung der Geschäftsführung zu bestimmen, wie sie in der Erteilung der Ent-

[1]) Zeitschrift der Akademie für deutsches Recht (1935) H. 5, S. 247.



lastung zum Ausdrucke kommt. Es hat daher alljährlich eine ordentliche Generalversammlung stattzufinden, doch erst dann, wenn der Jahresbericht mit Bilanz-, Gewinn- und Verlustrechnung veröffentlicht ist und sich in den Händen der Aktionäre befindet. Die ordentliche Generalversammlung beschließt auch über die regelmäßigen, periodischen Wahlen des Aufsichtsrates und der Bilanzprüfer. Außerdem bleibt das Recht einer Minderheit von Aktionären auf Einberufung einer außerordentlichen Generalversammlung in der bisherigen Weise bestehen. Bestehen bleiben soll ferner das Recht einer Minderheit, deren Anteile zusammen den zehnten Teil des Grundkapitals erreichen, auf Erhebung einer Regreßklage gegen Vorstand und Aufsichtsrat.

Dagegen hegte der Ausschuß lebhafte Bedenken, die Geltendmachung der Nichtigkeit von Generalversammlungsbeschlüssen in der bisherigen Weise zeitlich unbeschränkt zu gestatten. Hier müßten noch unter Zurückstellung aller formal-juristischen Bedenken Kautelen eingebaut werden. Betreffs des Auskunftsrechtes des einzelnen Aktionärs hat sich der Ausschuß gegen die bisherige Regelung wie gegen die im Entwurfe des Reichsjustizministers vorgesehene Form entschieden. Es wird vielmehr auch diese Entscheidung in Zukunft vom Führer des Betriebes in eigener Verantwortung zu treffen sein; Sache der Generalversammlung ist es sodann, durch Erteilung oder Verweigerung der Entlastung auch zu dieser Geschäftshandlung des Vorstandes Stellung zu nehmen.

2. Der Aufsichtsrat: Er soll ein aus wenig Mitgliedern bestehendes Vertrauensorgan der Aktionäre sein, mit der Aufgabe, den Führer zu bestellen, zu beraten, in seiner Geschäftsführung zu überwachen und nötigenfalls zu entlassen.

Die Frage, ob auch innerhalb des Aufsichtsrates das Führerprinzip einzuführen sei, wurde verneint. Der Aufsichtsrat ist im wesentlichen beratendes Organ. Es empfiehlt sich deshalb nicht, die Entscheidungen lediglich seinem Vorsitzenden zu überlassen, sonst wäre der Vorstand von ihm allein abhängig, und der Aufsichtsratsvorsitzende wäre sodann tatsächlich der Führer der Gesellschaft.

Die Bezüge des Aufsichtsrates gesetzlich festzulegen, hat der Ausschuß abgelehnt; diese müßten vielmehr von den Aktionären durch die Satzungen oder durch besonderen Beschluß festgesetzt werden.

3. Der Vorstand: Er ist der Führer der Aktiengesellschaft; er hat die Gesellschaft so zu leiten, wie das Wohl des Betriebes und seiner Gefolgschaft und der gemeine Nutzen von Volk und Staat es erfordern. Für seine Geschäftsführung trägt er die selbständige Verantwortung.

Die Einführung einer „Erfolgshaftung“ des Vorstandes hat der Ausschuß ablehnen zu müssen geglaubt, unter anderem auch deshalb, weil in der Praxis eine billig denkende Aktionärversammlung sich nicht entschließen wird, einen Vorstand mit seinem ganzen Vermögen haften zu lassen, der gegen nicht zu meisternde Verhältnisse mit aller Kraft, aber ohne Erfolg angekämpft hat. Die Haftung des Führers der Gesellschaft schließt die der nachgeordneten Vorstandsmitglieder nicht aus; diese bleiben vielmehr im Rahmen ihrer Sonderaufgaben selbst haftbar.

Bezüglich langfristiger Vorstandsdienstverträge vertrat der Ausschuß die Ansicht, daß diese gesetzlich mit 5 Jahren zu begrenzen sei.

Die Vergütung des Vorstandes soll grundsätzlich in einem festen Gehalt und in einem Anteil am Reingewinn der Gesellschaft bestehen. Die Frage, ob sich die Einführung einer gesetzlichen Höchstgrenze für die festen Bezüge des Vorstandes empfehle, wurde verneint im Hinblick auf die Vielgestaltigkeit der Verhältnisse bei den einzelnen Gesellschaften. Daß bei schlechtem Geschäftsgange eines Unternehmens die festen Bezüge des Vorstandes gekürzt werden können, solle gesetzlich festgelegt werden; allerdings müsse es dem Vorstand dann frei stehen, sein Anstellungsverhältnis innerhalb einer angemessenen Frist außerordentlich zu kündigen.

III. Konzernfragen.

Der Konzerngedanke, richtig durchgeführt, d. h. wenn dem Leiter das Ziel vorschwebt, Verhältnisse zu schaffen, bei denen alle Glieder des Konzerns ihre Rechnung finden, entspricht durchaus der nationalsozialistischen Wirtschaftsauffassung, auch insofern, als er an Stelle unübersehbarer Mammutunternehmungen kleinere selbständige Gebilde zu schaffen in der Lage ist. Gegenüber früheren in der Praxis bei den Konzernbildungen aufgetretenen Mißständen hat der Ausschuß eine Reihe von Sanierungsmaßnahmen vorgeschlagen; so wurde die Haftung der Muttergesellschaft für Schulden einer abhängigen Gesellschaft abgelehnt, da sonst die Muttergesellschaft das Recht für sich in Anspruch nehmen müßte, in alle Einzelheiten der geschäftlichen Tätigkeit entscheidend einzugreifen, was mit dem Grundsatz der Stärkung der selbständigen Verantwortung des Leiters der Gesellschaft nicht in Einklang stehen würde.

IV. Verschiedenes.

Außer mit den erwähnten grundsätzlichen Fragen hat der Ausschuß sich noch mit einer Reihe von Einzelfragen beschäftigt, von denen aber nur folgende hier kurz erwähnt seien: Der Ausschuß war einstimmig der Ansicht, daß im Interesse einer stetigen und soliden Entwicklung der deutschen Wirtschaft das jetzt herrschende Niederstwertprinzip der von verschiedenen Seiten vorgeschlagenen Tageswertbilanzierung mit ihren täglichen Schwankungen unbedingt vorzuziehen sei.

Bezüglich der Bildung stiller Reserven solle der Verwaltung im Rahmen ihrer Verantwortung eine gewisse Freiheit der Entscheidung gelassen werden, für deren Bemessung das maßgebend ist, was das Gewissen eines loyal denkenden und vernünftig wirtschaftenden Kaufmanns verlangt.

Am Ende seiner Beratungen beschäftigte sich der Ausschuß unter Beiziehung einer Reihe von Sachverständigen noch mit den Fragen der Bilanzprüfungen.

Bei der Besprechung des ersten Berichtes des Ausschusses wurde darauf hingewiesen, daß die vorgeschlagene Forderung, als Kleinstwert einer Aktie 1000 RM festzusetzen, bei „Versorgungsbetrieben“ die erstrebenswerte Kapitalbeteiligung der „Versorgten“ (der Abnehmerschaft) an ihrem Unternehmen schwer behindern würde. In dieser Hinsicht ist nun inzwischen durch die Aufstellung der „Betriebssatzung für die Versorgungsbetriebe oder Verkehrsbetriebe der Stadt (des Kreises) . . . . .“ seitens des deutschen Gemeindetages ein grundlegender Wandel eingetreten. In der ETZ 56 (1935) H. 8, S. 214, sind diese „Betriebssatzungen“ eingehend besprochen worden. Gelangen sie zur allgemeinen Einführung, so fallen sämtliche kommunalen Versorgungs- und Verkehrsbetriebe überhaupt nicht mehr unter das Aktiengesetz, sondern werden als „Stadt-(Kreis-)werke“ in einer eigenen Betriebsform als wirtschaftliche Unternehmungen im Sinne des § 96 des Gemeindefinanzgesetzes geführt, eine Betriebsform, welche die Kapitalbeteiligung der Abnehmerschaft auch mit kleinen Beträgen nicht ausschließt. Nur die dem Privatkapital verbleibenden Versorgungs- und Verkehrsbetriebe werden als Aktiengesellschaften weitergeführt werden; bei diesen aber kommt eine Beteiligung der kleinkapitalistischen Bürger weniger in Betracht, so daß die Festsetzung der Großaktie zu mindestens 1000 RM bedeutungslos ist. *Trb.*

Energiewirtschaft.

621. 311. 1. 003 (43) **Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland**[1]. — Wie die Übersicht zeigt, ist die Erzeugung der für die Statistik herangezogenen 122 Elektrizitätswerke im Juni 1935 gegen den Vormonat um 95,7 (6,5 %) und arbeitstäglich um 1,6 Mill kWh gesunken, im Vergleich mit dem Juni 1934 aber um 141,5 (11,4 %) bzw. 9,8 Mill kWh (20,5 %) gestiegen. Für das 1. Halbjahr meldet das Statistische Reichsamt 9,0 Mrd kWh Gesamterzeugung, d. s. 15,4 % mehr als in der gleichen Zeit des Vorjahrs (7,8 Mrd kWh). Der entsprechende Stand von 1929 wurde um 14 % überschritten. Die gewerblichen Abnehmer der 103 Werke haben im Mai 28,2 (5 %) bzw. je Arbeitstag 0,2 Mill kWh mehr verbraucht als im April und 86,6 (17 %) bzw.

[1]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 891; 56 (1935) H. 29, S. 827.



2,6 Mill kWh (12 %) mehr als im Parallelmonat des Vorjahrs.

Monat	von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch			
							insgesamt Mill kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934
I.	1697,8	1425,2	65,3	55,8	592,5	501,0	22,8	19,3	4,54	3,97
II.	1476,7	1285,3	61,5	53,6	550,1	474,4	22,9	19,8	4,56	4,09
III.	1534,4	1337,1	59,0	51,4	579,6	509,4	22,3	19,6	4,41	4,04
IV.	1433,2	1249,4	59,7	52,1	567,2	498,7	23,6	20,8	4,64	4,27
V.	1481,7	1211,8	59,3	50,5	595,4	508,8	23,8	21,2	4,68	4,32
VI.	1386,0	1244,5	57,7	47,9	.	538,0	.	20,7	.	4,20

fm.

621. 316. 11 **Anschlußnetze geringster Längen für ebene Punktgruppen.** — Der Entwurf eines elektrischen Verteilungsnetzes muß davon ausgehen, die anzuschließenden Abnehmer durch den kürzesten Leitungszug miteinander zu verbinden, damit die Anlagekosten ihren geringsten Wert erreichen. Die Lösung dieser Aufgabe wird in der vorgenannten Arbeit rein theoretisch erörtert. Zunächst wird der Anschluß von zwei neuen Abnehmerstellen an einem vorhandenen Netzpunkt analytisch behandelt. Der kürzeste Leitungszug ergibt sich, wenn die Abnehmer von einem mit dem vorhandenen Netzpunkt verbundenen Abzweigpunkt gespeist werden und die Lage dieses Abzweigpunktes so gewählt wird, daß die von ihm ausgehenden Leitungen jeweils einen Winkel von 120° miteinander einschließen. In der Praxis wird zur Auffindung des günstigsten Abzweigpunktes am zweckmäßigsten eine Schablone mit 3 um 120° versetzten Vektoren benutzt. Eine einfache graphische Konstruktion unter Verwendung von Faßkreisen führt ebenfalls schnell zum Ziel. Die angeführten Überlegungen lassen sich auch auf jedes beliebige Netz mit mehr als zwei neu anzuschließenden Abnehmern erweitern. Bei dem Entwurf ist nur jedem neuen Abnehmer ein besonderer Abzweigpunkt zuzuordnen, wobei selbstverständlich auch einige dieser Abzweigpunkte mit den zugehörigen Anschlußpunkten zusammenfallen können. Auch hier ergibt sich der kürzeste Leitungszug dann, wenn die von den Abzweigpunkten ausgehenden Leitungen jeweils einen Winkel von 120° miteinander einschließen. Alle Anschlußpunkte müssen dabei nicht in einem einzigen Linienzug erfaßt werden, sondern es können mehrere Leitungsstrecken gebildet werden, die von günstig gelegenen Knotenpunkten der Hauptleitung ausgehen. Die kürzesten Leitungswege können wieder graphisch ermittelt werden. Wenn die einzelnen Leitungen verschiedene Wertigkeit haben, z. B. hinsichtlich ihrer Baukosten oder dgl., so führt die grundsätzliche Wahl kürzester Entfernungen nicht mehr zum billigsten Netz. Derartige Besonderheiten lassen sich aber ohne weiteres berücksichtigen. Die Winkel zwischen den Leitungen, die von den Abzweigpunkten ausgehen, betragen dann nicht mehr 120°, sondern sie hängen von der gegenseitigen Wertigkeit der Leitungen ab. Die durchgeführten rein theoretischen Überlegungen können der Praxis selbstverständlich nur als ungefähre Richtlinien dienen. Die Anlagekosten eines Netzes hängen ja nicht nur von den Leitungspreisen ab, sondern auch von denen der Schaltstationen usw. Die Benutzung von Abzweigpunkten zwischen je drei Abnehmern wird aber praktisch nur dann vorteilhaft, wenn durch den so erreichten kürzesten Weg größere Summen gegenüber einem die Abnehmer hintereinander verbindenden Leitungszug eingespart werden. Andernfalls wird, besonders bei Hochspannungsnetzen, die notwendige Ausgestaltung des Abzweigpunktes als Schaltstelle den erzielten Gewinn wieder aufheben oder die mit ihm verbundene Komplizierung des Betriebes die genaue Einhaltung des kürzesten Weges praktisch nicht rechtfertigen. [K. Kohler, Ing.-Arch. 5 (1934) S. 105.]

v. M.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

382. 5/6 : 621. 3 **Deutscher Elektroaußenhandel Januar—Juni 1935.** — Die deutsche Elektroausfuhr be-

Zahlentafel 1. Deutscher Elektro-Außenhandel nach Warengruppen.

Pos.	Gegenstand	Ausfuhr 1. Halbjahr			Anteil an der Gesamt-Elektro-Ausfuhr 1. Halbjahr			Einfuhr 1. Halbjahr			Anteil an der Gesamt-Elektro-Einfuhr 1. Halbjahr		
		1933	1934	1935	1933	1934	1935	1933	1934	1935	1933	1934	1935
		1000 RM	1000 RM	1000 RM	%	%	%	1000 RM	1000 RM	1000 RM	%	%	%
907a	Lichtmaschinen, Lichtzündmasch. usw	1 998	2 403	1 480	1,7	2,3	1,4	90	24	33	0,9	0,2	0,3
b—g	Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren usw.	12 624	9 253	10 577	11,0	8,9	10,1	1 184	1 748	1 067	11,3	13,6	9,9
h	Anker, Kollektoren[1])	1 397	1 202	1 162	1,2	1,2	1,1	41	46	95	0,4	0,3	0,9
	zusammen Maschinen	*16 019*	*12 858*	*13 219*	*13,9*	*12,4*	*12,6*	*1 315*	*1 818*	*1 195*	*12,6*	*14,1*	*11,1*
908 a, b	Akkumulatoren	1 700	1 098	1 185	1,5	1,0	1,1	119	139	123	1,1	1,1	1,1
909	Kabel	5 103	5 557	5 074	4,4	5,3	4,8	147	427	384	1,4	3,3	3,5
890a	Isolierter Draht f. d. Elektrotechnik	4 316	4 629	5 310	3,7	4,5	5,1	234	387	125	2,2	3,0	1,2
	zusammen Kabel und Draht	*9 419*	*10 186*	*10 384*	*8,1*	*9,8*	*9,9*	*381*	*814*	*509*	*3,6*	*6,3*	*4,7*
910a—e	Bogenlampen, Scheinwerfer usw.	664	558	676	0,6	0,5	0,6	86	159	56	0,8	1,2	0,5
911a, b	Glühlampen	4 767	4 179	4 049	4,1	4,0	3,9	1 482	1 822	2 162	14,2	14,2	20,0•
912A 1, 2	Telegraphie u. Telephonie mit Draht	7 357	5 578	8 044	6,4	5,4	7,7	419	233	203	4,0	1,8	1,9
A 3	Drahtlose Telegraphie u. Telephonie	12 379	11 148	9 301	10,7	10,7	8,8	2 949	3 870	3 242	28,2	30,1	30,0
A 4	Meß-, Zähl- u. Registriervorrichtungen	10 910	9 265	9 295	9,4	8,9	8,8	587	780	505	5,6	6,1	4,7
B, C	Koch- u. Heizapparate einschl. Bügeleisen	3 477	3 321	3 370	3,0	3,2	3,2	202	147	109	1,9	1,1	1,0
D	Röntgenröhren	1 425	1 760	1 479	1,2	1,7	1,4	197	191	103	1,9	1,5	1,0
E	Magnetzündapparate usw., Zubehör für Motorfahrzeuge	5 499	4 943	4 619	4,8	4,8	4,4	386	287	218	3,7	2,2	2,0
F 1	Sicherungs- u. Signalapp., Läutewerk.	2 107	1 746	1 742	1,8	1,7	1,7	50	59	20	0,5	0,5	0,2
F 2	Schaltapp. usw., nicht bes. ben. Vorrichtungen f. Beleuchtung, Kraftübertragung usw.	25 182	22 839	23 767	21,8	21,9	22,6	1 536	1 639	1 594	14,6	12,8	14,7
F 3	Elektromedizin	4 439	4 321	5 119	3,8	4,1	4,9	414	306	298	3,9	2,4	2,8
F 4	Galvanische Elemente	960	727	642	0,8	0,7	0,6	6	13	3	0,1	0,1	0,0
F 5	Isolationsgegenstände aus Porzellan[2])	.	.	.	.	.	.	2	19	4	0,0	0,1	0,0
F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Glimmer usw.	145	168	123	0,1	0,2	0,1	—	1	1	—	0,0	0,0
F 7	Isolierröhren f. el. Leitg. aus Papier od. Pappe, auch i. Verb. m. unedlen Metallen[3])	428	450	599	0,4	0,4	0,6	.	.	.	.	.	.
Aus 795, 799	Andere Isolierrohre (Stahl-, Peschel-, Schlitzrohr)[3])	1 010	902	1 047	0,9	0,9	1,0	.	.	.	.	.	.
648a—e	Kohle für die Elektrotechnik	4 810	5 241	4 272	4,2	5,0	4,1	180	288	175	1,7	2,2	1,6
733a	Porzellanisolatoren	802	933	837	0,7	0,9	0,8	—	—	—	—	—	—
aus 906D 15	Staubsauger	1 928	1 829	1 214	1,7	1,8	1,2	167	224	284	1,6	1,8	2,6
915b 4	Elektrokarren[3])	144	37	56	0,1	0,0	0,0	.	.	.	.	.	.
783c, 799c	Teile v. Masch. u. Erzeugn. d. Nr. 907a bis 911b aus schmiedbarem u. nicht schmiedbarem Guß[3])	.	.	.	.	.	.	5	49	16	0,0	0,4	0,1
	unvollständig angemeldet	13	9	15	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—
	insgesamt	**115 584**	**104 096**	**105 054**	**100**	**100**	**100**	**10 483**	**12 858**	**10 820**	**100**	**100**	**100**

1) Ausfuhr: Auch andere Teile. — 2) Nur für die Einfuhr. — 3) Nur für die Ausfuhr.

Zahlentafel 2. Deutsche Elektroausfuhr nach Ländern.

Absatzländer	1. Halbjahr 1933 1000RM	1. Halbjahr 1934 1000RM	1. Halbjahr 1935 1000RM	Anteil a. d. deutschen Ges.-El.-Ausfuhr 1. Halbjahr 1933 %	1934 %	1935 %
Europa	92 622	82 530	81 679	80,1	79,3	77,7
Afrika	2 470	2 239	3 061	2,1	2,2	2,9
Asien	8 550	8 272	10 064	7,4	7,9	9,6
Nord- u. Mittelamerika	2 478	1 449	1 792	2,2	1,4	1,7
Südamerika	8 983	9 181	7 845	7,8	8,8	7,5
Australien	468	411	601	0,4	0,4	0,6
Nicht ermittelt	13	14	12	0,0	0,0	0,0
Insgesamt	**115 554**	**104 096**	**105 054**	**100**	**100**	**100**
Wichtige Länder in Europa[1]):						
Niederlande	13 682	13 876	13 112	11,8	13,3	12,5
Italien	6 825	7 707	7 952	5,9	7,4	7,6
Schweden	6 310	5 916	7 902	5,5	5,7	7,5
Frankreich	9 685	8 810	6 874	8,4	8,5	6,5
Großbritannien	5 297	4 873	5 531	4,6	4,7	5,3
Belgien-Luxemburg	6 011	5 732	4 690	5,2	5,5	4,5
Schweiz	6 764	5 822	4 639	5,9	5,6	4,4
Norwegen	2 372	2 788	3 453	2,1	2,7	3,3
Spanien	3 470	3 354	3 383	3,0	3,2	3,2
Österreich	2 470	2 238	2 736	2,1	2,2	2,6
Dänemark	2 671	2 930	2 703	2,3	2,8	2,6
Tschechoslowakei	2 913	2 673	2 474	2,5	2,6	2,3
Finnland	1 585	1 607	2 124	1,4	1,5	2,0
Polen-Danzig	1 754	1 439	1 948	1,5	1,4	1,9
Griechenland	781	939	1 921	0,7	0,9	1,8
Rumänien	1 552	1 092	1 614	1,3	1,0	1,5
Bulgarien	397	470	1 600	0,3	0,5	1,5
Irischer Freistaat	513	861	1 158	0,4	0,8	1,1
Portugal	895	1 227	1 081	0,8	1,2	1,0
U.d.SSR.	11 510	2 894	1 031	10,0	2,8	1,0
Jugoslawien	1 185	652	895	1,0	0,6	0,9
Ungarn	516	533	808	0,4	0,5	0,8
Saargebiet	2 122	2 793	[2]) 657	1,8	2,7	0,6
Lettland	448	542	652	0,4	0,5	0,6
Estland	285	244	275	0,2	0,2	0,3
Litauen	431	332	247	0,4	0,3	0,2
Island	89	107	125	0,1	0,1	0,1
Sonstige	89	79	94	0,1	0,1	0,1
Zus. Europa	**92 622**	**82 530**	**81 679**	**80,1**	**79,3**	**77,7**
Wichtige Länder in Übersee[1]):						
Argentinien	4 568	5 931	3 364	4,0	5,7	3,2
Brit.-Indien	1 666	2 083	2 462	1,5	2,0	2,4
China	1 592	1 877	2 371	1,4	1,8	2,3
Brasilien	1 053	1 381	2 148	0,9	1,3	2,0
Türkei	873	1 188	1 569	0,8	1,1	1,5
Japan	2 063	1 145	1 298	1,8	1,1	1,2
Brit.-Südafrika	1 039	957	1 247	0,9	0,9	1,2
Ägypten	799	688	1 144	0,7	0,7	1,1
Ndl.-Indien	1 177	833	1 013	1,0	0,8	1,0
Chile	333	226	917	0,3	0,2	0,9
Uruguay	2 336	1 106	760	2,0	1,1	0,7
V. S. Amerika	1 036	685	736	0,9	0,6	0,7
Mexiko	619	474	633	0,5	0,5	0,6
Austral. Bund	378	362	545	0,3	0,3	0,5
Palästina	398	478	500	0,4	0,5	0,5
Persien	286	312	388	0,2	0,3	0,4
Columbien	284	220	259	0,2	0,2	0,2
Frz. Marokko	222	191	202	0,2	0,2	0,2
Peru	61	128	185	0,0	0,1	0,2
Syrien u. Libanon	[3]) —	79	123	[3]) .	0,1	0,1
Venezuela	190	162	116	0,2	0,2	0,1
Canada	149	66	108	0,1	0,0	0,1
Kanar. Inseln	103	78	97	0,1	0,1	0,1
Sonstige	1 737	916	1 190	1,5	0,9	1,1
Zus. Übersee	**22 962**	**21 566**	**23 375**	**19,9**	**20,7**	**22,3**

[1]) Geordnet nach der Größe der Ausfuhr Jan.—Juni 1935. [2]) bis 18. 2. 1935. [3]) nicht getrennt ausgewiesen.

trug im 1. Halbjahr 1935 105,1 Mill RM und hat damit den im 1. Halbjahr 1934 erreichten Ausfuhrwert um 1 Mill RM oder 1 % überschritten; die Ausfuhrmenge dürfte um rd. 10 % gestiegen sein.

Von den einzelnen Warengruppen (Zahlentafel 1) hat zu dieser günstigen Entwicklung in erster Linie beigetragen die Telegraphie und Telephonie mit Draht, deren Ausfuhr wert- und mengenmäßig um über 40 % stieg, ferner die Gruppe Maschinen (außer den Lichtmaschinen usw.), Isolierter Draht für die Elektrotechnik, Elektromedizin, die Gruppe der Schalt- und Sicherheitsapparate und sonstigen nicht besonders benannten Vorrichtungen, Koch- und Heizapparate, Meß- und Zählvorrichtungen, Akkumulatoren. Bei Kabeln und Glühlampen stehen einem wertmäßigen Rückgang Steigerungen der ausgeführten Mengen entgegen, während bei der wichtigen Gruppe der Telegraphie und Telephonie ohne Draht, bei Lichtmaschinen und Zündvorrichtungen sowie Zubehör für Motorfahrzeuge, galvanischen Elementen, Röntgenröhren, Kohle für die Elektrotechnik weder der Ausfuhrwert noch die Ausfuhrmenge des Vorjahres erreicht werden konnte.

Die Betrachtung der geographischen Verteilung (Zahlentafel 2) zeigt für Gesamteuropa gegen 1934 einen Rückgang von 1 Mill RM oder 1 %. Wird das Saargebiet, das seit 18. 2. 1935 nicht mehr Zollausland ist, auch für das Vorjahr abgesetzt, so ergibt sich eine geringe Zunahme der Ausfuhr nach Europa. Diese günstigere Entwicklung ist vor allem zurückzuführen auf die Steigerung des Absatzes nach Großbritannien, Schweden, Norwegen, Finnland, Italien, Spanien, dem Balkan und einer Reihe mitteleuropäischer Länder, wobei in vielen Fällen sogar die Ergebnisse von 1933 überschritten wurden. Die Ausfuhr nach Westeuropa, der Schweiz, Dänemark, der Tschechoslowakei, Litauen und wieder auch der UdSSR ist dagegen zurückgegangen. Nach Übersee hat sich die Ausfuhr im allgemeinen gut entwickelt. Lediglich nach Südamerika ist eine Ausfuhrminderung eingetreten, und zwar infolge des Rückganges der Ausfuhr nach Argentinien, Uruguay und Venezuela. Nach den übrigen Erdteilen und Ländern konnte die Ausfuhr gesteigert werden, z. T. auch hier in solchem Ausmaße, daß nicht nur für einige Länder, sondern auch für Gesamtübersee das Ergebnis auch des 1. Halbjahrs 1933 überschritten wurde.

Zahlentafel 3. Deutsche Elektroeinfuhr aus einzelnen Ländern.

Herkunftsländer[1])	1. Halbjahr 1933 1000RM	1. Halbjahr 1934 1000RM	1. Halbjahr 1935 1000RM	Anteil a. d. dt. Ges.-El.-Einfuhr 1. Halbjahr 1933 %	1934 %	1935 %
Niederlande	2 733	3 697	3 856	26,1	28,8	31,1
Ungarn	876	1 236	1 671	8,4	9,6	15,5
Schweiz	994	1 371	1 140	9,5	10,7	10,5
Österreich	776	772	696	7,4	6,0	6,5
V. S. Amerika	965	1 017	663	9,2	7,9	6,1
Belg.-Luxemburg	409	786	423	3,9	6,1	3,9
Frankreich	462	449	422	4,4	3,5	3,9
Saargebiet	390	807	380	3,7	6,3	3,5
Großbritannien	552	519	370	5,3	4,0	3,4
Dänemark	281	287	340	2,7	2,2	3,1
Tschechoslowakei	835	644	334	7,9	5,0	3,1
Schweden	240	423	285	2,3	3,3	2,6
Italien	265	215	194	2,5	1,7	1,8
Norwegen	141	152	140	1,3	1,2	1,3
Sonstige Ld.	564	483	406	5,4	3,7	3,7
Insgesamt	**10 483**	**12 858**	**10 820**	**100**	**100**	**100**

[1]) Geordnet nach der Größe der Einfuhr Januar—Juni 1935.

Die Einfuhr (Zahlentafel 1 u. 3) betrug 10,8 Mill RM., das sind 2 Mill RM oder 16 % weniger als im Vorjahr. Mit Ausnahme der Glühlampen und Staubsauger sind sämtliche Gruppen, wenn auch in verschiedenem Ausmaß, an dem Rückgang beteiligt gewesen. Hauptlieferländer sind nach wie vor Niederlande, Ungarn, Schweiz, Österreich und V. S. Amerika mit nahezu 70 % Anteil an der Einfuhr. Eine größere Einfuhrzunahme ist lediglich aus Ungarn — und zwar infolge der stark gewachsenen Glühlampeneinfuhr — zu verzeichnen.

Auftragseingang der Elektroindustrie in den V. S. Amerika. — In den V. S. Amerika wird der Auftragseingang von 78 elektrotechnischen Unternehmungen, die etwas mehr als die Hälfte der gesamten amerikanischen Elektroproduktion herstellen, vierteljährlich erfaßt. Wie aus der Aufstellung ersichtlich, schrumpfte der Auftragseingang während der Krisenjahre auf rd. ein Drittel zusammen. Im Rahmen der konjunkturellen Aufwärtsbewegung der amerikanischen Wirtschaft zeigen die Auftragseingänge vom zweiten Vierteljahr 1933 an eine steigende Richtung und übertreffen dann in den folgenden Vierteljahren jeweils die Ergebnisse des entsprechenden Vergleichszeitraumes. Auch im laufenden Jahr setzt sich die ansteigende Entwicklung fort, so daß — unter Ausschaltung der Preisbewegung — während 1935 wieder der Stand des Jahres 1931 erreicht werden dürfte.

Jahr	Vierteljahr I	II	III	IV	Jahr insgesamt
	in Mill RM[1])				
1926	903,0	844,2	827,4	861,0	3435,6
1929	1134,0	1197,0	1176,0	966,0	4473,0
1931	617,4	760,2	554,4	499,8	2431,8
1932	323,4	331,8	264,6	264,6	1184,4
1933	256,9	352,0	394,0	332,6	1335,5
1934	341,3	473,6	372,0	443,9	1630,8
1935	456,3				

[1]) Umrechnungskurs seit der Währungsentwertung unter Berücksichtigung der veränderten Binnenkaufkraft.



VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Neu erschienene VDE-Arbeiten.

Sonderdrucke der folgenden neuen VDE-Arbeiten sind inzwischen erschienen und können von der Geschäftstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, zu den angegebenen Preisen bezogen werden:

VDE 0315/1935 „Leitsätze für die Prüfung von Preßspan", Erstfassung, gültig ab 1. 7. 1935. Preis: 0,20 RM.

VDE 0730a/1935 „Vorschriften für Geräte mit Kleinstmotoren V.G.K.M.", Änderung, gültig ab 1. 8. 1935. Preis: 0,10 RM.

VDE 0808/1935 „Vorschriften für dreizellige Taschenlampenbatterien", Erstfassung, gültig ab 1. 7. 1935. Preis: 0,10 RM.

SITZUNGSKALENDER.

Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure im VDI (gemeinsam mit dem Ausschuß für ind. Rechnungswesen, Fachausschuß für Werkstoffkunde und der Fachgruppe Betriebsingenieure beim VDI) 6. u. 7. 9. (Fr, Sa): Betriebswissenschaftliche Tagung in Hamburg. 4 Fachsitzungen. 1. Betriebswirtschaft (Rechnungswesen u. Vertrieb). 2. Fortschritte im Werkzeugmaschinenbau. 3. Preßstoffe. 4. Betriebswirtschaft (Beschaffungs- und Ausrüstungswesen in Verkehrsbetrieben). Besichtigungen und Ausflüge. Auskunft erteilt das Ingenieurhaus, Berlin NW 7, ab 5. 9. die Geschäftstelle der Tagung Hamburg, Lübecker Tor 24.

Technisches Vorlesungswesen, Hamburg. 4. bis 8. 9. (Mi bis So): Technische Tagung Hamburg anläßlich des 25jährigen Bestehens. Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Hamburg 5, Lübecker Tor 24, Zimmer 14.

Ungarischer Verband für die Materialprüfungen der Technik, Budapest. 8. bis 12. 9. (So bis Do): 3. Internationale Schienentagung in Budapest. Fachvorträge, Besichtigungen. Auskunft erteilt Prof. Dr.-Ing. V. Mihailich, Budapest XI, Müegyetem.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

W. Gosebruch †.

Am 18. 7. 1935 ist Dr. Wilhelm Gosebruch in Berlin gestorben. Er wurde als Sohn eines Arztes in Hagen in Westfalen 1868 geboren, besuchte die Gymnasien in Hanau und Ilfeld und arbeitete praktisch in einer Berliner elektrotechnischen Fabrik. Anschließend studierte er Physik an der Universität Berlin und gleichzeitig Maschinenbau an der Technischen Hochschule. Er promovierte als Physiker und war bei verschiedenen Elektrofirmen in Berlin, Niedersedlitz und Karlsruhe tätig. Im August 1899 kam er zu Schuckert & Co. nach Nürnberg. Hier befaßte er sich vorwiegend mit der Planung und Bauleitung von Kraftwerken und leitete z. B., nachdem Schuckert & Co. mit Siemens & Halske zur Firma Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H. verschmolzen worden war, den Bau des Schwentinewerks bei Kiel. Im Mai 1905 ging Dr. Gosebruch nach Mexiko und war für dort ansässige Firmen tätig; die Jahre 1910 bis 1912 sahen ihn als Zivilingenieur in Buenos Aires. 1912 kam er wieder nach Deutschland und verwertete seine reichen Erfahrungen zuerst als Bau- und Betriebsleiter der Eisenbahnbau-Ges. Becker & Co., Saarlouis, später als beratender Ingenieur. Im Jahre 1925 trat er wieder in die Dienste der Siemens-Schuckertwerke und übernahm vorwiegend die Durcharbeitung selbsttätiger Kraftwerke und andere umfangreiche und schwierige Planungen, wie etwa die Stromübertragung Norwegen—Deutschland. Die Veröffentlichungen Dr. Gosebruchs befaßten sich denn auch z. T. mit den Problemen, die an derartige große Kraftübertragungen geknüpft sind[1]), z. T. galten sie betriebswirtschaftlichen Fragen.



W. Gosebruch †.

Seine reichen Lebenserfahrungen, verbunden mit einem gediegenen und vielseitigen Wissen, machten ihn zu einem gesuchten Mitarbeiter in Theorie und Praxis.

Ph. Pforr. — Am 22. 8. 1935 konnte Herr Baurat Philipp Pforr, ein Förderer des elektrischen Bahnbaues, sein 70. Lebensjahr vollenden. Im Jahre 1895 trat er in die Bahnabteilung der Union Elektrizitäts-AG. ein, die im Jahre 1903 mit der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft verschmolzen wurde, und wurde deren Vorstandsmitglied im Jahre 1908. Als Leiter der Bahnabteilung hat er den Aufbau der deutschen Straßenbahnen und die Entwicklung des elektrischen Betriebes auf den Eisenbahnen maßgebend beeinflußt. Von ihm wurde ein Plan für die Elektrisierung der Berliner Stadt- und Ringbahn bereits in den neunziger Jahren entworfen; der Bau der Vorortlinie Berlin—Lichterfelde-Ost ging im Jahre 1902 nach seinem Plan vonstatten. Unter seiner Mitwirkung erfolgte auch zu Anfang des Jahrhunderts die Einführung des Einphasen-Wechselstromes auf Hauptbahnen mit Winter-Eichberg-Motoren. Am 1. 4. 1932 trat Herr Pforr in den Ruhestand. Noch in den letzten Jahren seiner Tätigkeit leitete er den Bau der Bayerischen Zugspitzbahn.

BRIEFE AN DIE ETZ.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Wissenschaftlichen Leitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Über Schutzleiter für Schutzschaltung.

Die in dem Aufsatz [ETZ 56 (1935) S. 585] betrachteten Fälle setzen offenbar voraus, daß nur einzelne und räumlich nicht übermäßig ausgedehnte Stromverbraucher geschützt werden sollen. Dann ist es selbstverständlich möglich, den zu schützenden Teil mit einer isolierenden Schutzleitung anzuschließen. Wenn aber zahlreiche Gegenstände mit großer Oberfläche zu schützen sind, wenn z. B. eine längere Stahlpanzerrohrleitung vom Schutzschalter bis zu dem betreffenden Motor mitgeschützt werden soll, ändert sich die Sachlage. Da man auf Mauerwerk verlegte Rohrleitungen, Dosen, Schalter, Anlasser, Motorgehäuse usw. nicht dauernd isolieren kann, ist es gar nicht möglich, den Widerstand r_1 oberhalb einer bestimmten Grenze, z. B. 100 oder 10 Ω, zu erhalten. Man sieht, daß eine großflächige Schutzschaltung sich im Grenzfall einer Nullung mit mehr oder weniger großen Nullungswiderständen nähert. In diesem Grenzfall ergibt sich der Übelstand, daß bei zu großem r_3 und zu kleinem r_1 weder die Fehlerstromspule noch die vorgeschaltete Sicherung anspricht.

Herford, 25. V. 1935. Dipl.-Ing. Walter.

[1]) Vgl. z. B. ETZ 52 (1931) S. 689.

Erwiderung.

Die von mir in meiner Arbeit betrachteten Fälle setzen nur Einzelanlagen und solche ohne größeres Leitungsnetz voraus.

In größeren Anlagen, bei denen die Gestelle der Stromverbraucher, sowie die meist in Metallrohr mit oder ohne isolierende Auskleidung verlegten Leitungen durch die Eisenkonstruktionen der Gebäude und an diesen befestigten Rohrleitungen miteinander verbunden sind, wie in Kesselhäusern, Hallen der Berg-, Hütten- und chemischen Industrie, wird sich die an nur einer Stelle der Anlage infolge eines Isolationsfehlers sich ausbildende Berührungsspannung vom Fehler oft auf alle diese, miteinander metallisch verbundenen Teile der Anlage übertragen. Etwa eingebaute Schutzschalter würden dann sämtlich mehr oder weniger gleichzeitig abschalten. Es bleibt dann ganz dem Zufall überlassen, welcher Schalter zuerst abschaltet. Es kann dann der Fall eintreten, daß beispielsweise wegen eines geringfügigen Schadens in einer Lampenfassung betriebswichtige Motoren zuerst abgeschaltet werden. Bei der Wiederinbetriebnahme der einzelnen Stromkreise wird man zwar den fehlerhaften Stromkreis leicht feststellen können, jedoch mit Inkaufnahme einer Störung des gesamten Betriebes. Um dem zu begegnen, kann man die Anlage in mehrere Schutzbezirke unterteilen, die voneinander isoliert sind. Bei den Anschlüssen der einzelnen Rohre läßt sich dies schließlich durchführen, obwohl gerade in besonders gefährdeten Betrieben es nicht ausgeschlossen ist, daß durch leitende Ablagerungen von Staub und Schmutz auch diese Isolationen wirkungslos gemacht werden.

Mit der isolierten Unterteilung der Rohre bei den Anschlüssen an die Schutzschalter ist aber vielfach allein auch nicht geholfen, wenn die Motoren, Schaltkästen, Rohre der elektrischen Leitungen wie oben erwähnt durch die Eisenkonstruktionen der Gebäude, Wasser- und anderen Rohrleitungen miteinander verbunden sind. Eine isolierte Montage der Motoren, Schaltkästen, Rohre für die elektrischen Leitungen usw. wird oftmals vollkommen undurchführbar und auch die Isolation nicht dauernd in gutem Zustande zu erhalten sein. Es kann daher der Schutzschalter in derartigen Anlagen überhaupt nicht zur Anwendung kommen.

Wenn es auch oft möglich ist, die einzelnen schutzgeschalteten Stromkreise elektrisch mit ihren metallischen normalerweise keine Spannung führenden Teile zu trennen, so kann diese Selektivität auch schon durch nasse Wände aufgehoben werden, in denen z. B. Panzerrohr verlegt ist, also an sich trotz der nassen Wände eine elektrisch einwandfreie Verlegung der Leitungen. Auch durch Mäntel von in feuchten Mauern oder Erde verlegten Kabeln kann die Selektivität aufgehoben werden.

Dieser Schwierigkeit kann man mitunter dadurch begegnen, daß man diese unter Putz liegenden Rohre überhaupt nicht mit dem Schutzleiter verbindet, sondern denselben einfach durchziehen bzw. getrennt zu verlegen oder besser, wenn man die gefährdeten Rohre und Kabel besonders dadurch schützt, daß man diese Rohre und Kabel an einem besonderen Schutzschalter führt.

Diese Unterteilung des Netzes und seine Berührungsschutzsicherung durch mehrere Schutzschalter verteuert und kompliziert natürlich die Anlage und setzt außerdem noch eine ständige Überwachung des Isolationszustandes der einzelnen getrennten Rohrteile des Netzes voraus, was die Schutzschaltung überflüssig macht.

Werden diese oben gemachten Ausführungen nicht beachtet oder sind sie überhaupt nicht durchführbar, so scheidet die Schutzschaltung für solche Anlagen als Berührungsschutz ganz aus, wenn man nicht Gefahr laufen will, daß entweder ganz unnötige Betriebsstörungen auftreten oder, wie Herr Dipl.-Ing. WALTER richtig feststellt, weder der Schutzschalter noch die Sicherungen ansprechen.

Tetschen a. d. Elbe, 12. 6. 1935.

Ing. F. Dittrich.

Stromverdrängung bei Doppelstabläufermotoren[1]).

Herr Dr. SCHUISKY, Hengelo, Holland, macht mich auf seine Arbeit im Archiv für Elektrotechnik, Bd. 27 (1933) H. 2, aufmerksam. Diese Arbeit behandelt denselben Gegenstand in außerordentlich ausführlicher und vollkommener Weise. Trotzdem dürfte auch für meine Darstellung ein Bedürfnis vorhanden sein, da sie durch Einführung eines dimensionslosen Ersatzoberstabes eine kurze und einfache Berechnung ermöglicht, die für die meisten in der Praxis vorkommenden Fälle ausreicht.

Stuttgart, d. 9. 7. 1935. E. Kübler.

[1]) ETZ 56 (1935) H. 23, S. 637.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Dreielektrodenröhre und ihre Anwendung. Von Dr. F. Moeller. (H. 15 von Abhandlungen zur Didaktik und Philosophie der Naturwissenschaft. Herausg. v. K. Metzner.) Mit 93 Textabb. u. 28 Tab., VII u. 155 S. in 4⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1934. Preis geh. 9,60 RM.

In fünf Abschnitten werden die einfachen Aufgaben der Röhrentheorie behandelt. Der erste Abschnitt enthält die wesentlichen Untersuchungen über die charakteristischen Eigenschaften der Röhre. Im zweiten Abschnitt wird der Einfluß eines ohmschen Widerstandes untersucht, der in den Anodenkreis einer Röhre eingeschaltet ist. Der Röhrengenerator, ein wichtiges Anwendungsgebiet der Röhre, wird im dritten Abschnitt ausführlich erörtert. Wechselstromwiderstände zeigen als schwach gedämpfte Schwingungskreise im Anodenkreis in bezug auf die Röhre ein gleiches Verhalten wie rein ohmsche Widerstände. Der Verfasser hat dieses Problem in einer sehr klaren Form behandelt. Der vierte Abschnitt beschreibt die Röhre als Modulator, der fünfte die Röhre als Demodulator. Jeder Abschnitt enthält einen kurzen theoretischen Teil, der keine besonderen Kenntnisse der Wechselstromlehre voraussetzt; er führt gut in das Verständnis der praktischen Messungen ein, die den Hauptteil des Buches einnehmen. Kraemer.

Eingegangene Doktordissertationen.

Hellmut Brückmann, Vergleich der Modulationsverfahren zur Senkung der Betriebskosten von Rundfunk- und Funksprechsendern. [Auszugsweise auch erschienen in Telegr.- u. Fernspr.-Techn. 24 (1935) S. 29 u. 83]. T. H. Berlin 1935.

Hans Prinz, Die Gleichspannungskorona. T. H. München 1935.

Imm. Becker, Zur Psychophysik der Schweißerarbeit. T. H. Stuttgart 1935.

Paul Jonghaus, Das Problem eines Reichselektrizitätsmonopols innerhalb der deutschen Elektrizitätswirtschaft in historischer Betrachtung und als Problem der Gegenwart. Universität Köln.

Berichtigung.

Im Aufsatz „Der Drehstrom-Doppelfeldmotor für doppelsynchrone Drehzahl" in H. 33 der ETZ d. J. soll auf S. 910 links die Gl. (2) wie folgt lauten:

$$\mathfrak{J} = \mathfrak{U}\,\frac{r - \frac{x_\mu}{2}\sin\alpha - j\left[x + \frac{x_\mu}{2}(1+\cos\alpha)\right]}{\left(r - \frac{x_\mu}{2}\sin\alpha\right)^2 + \left[x + \frac{x_\mu}{2}(1+\cos\alpha)\right]^2} \qquad (2)$$

Ferner ist unterhalb von Gl. (3) der Erklärung der Konstanten a noch die Erklärung für b anzufügen:

$$b = \frac{U}{x\,x_\mu + z^2}\,.$$

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 23. August 1935.

Für den Textteil verantwortlich in Vertretung Walther Windel in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.



Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 5. September 1935 | Heft 36

Elektrisch geheizte Öfen in einer Härterei.

Von J. H. Rayer, Stuttgart.

621. 367 : 621. 78

Übersicht. Die Ofenanlage wird kurz beschrieben und die Betriebserfahrungen mit den wichtigsten Öfen werden zusammengefaßt.

Die Härterei der Bosch-Werke in Stuttgart-Feuerbach dient der Wärmebehandlung von Werkzeugen und Fertigungsteilen. Die Öfen wurden früher durch Leuchtgas-Selasfeuerung geheizt. Der Betrieb wurde 2schichtig durchgeführt. Im Herbst 1932 wurde die Härterei umgestellt derart, daß die Hauptarbeit durch 16 elektrisch geheizte Öfen bei 3schichtigem Betrieb bewältigt werden konnte. Nur 1 Doppelkammerofen, 2 Anlaßbäder und 1 kleines Schmiedefeuer werden noch mit Gas geheizt. Die Hauptangaben über die elektrischen Öfen sind in der Zahlentafel 1 zusammengestellt. Es ist hierzu folgendes zu bemerken:

Schaltanlage. — Sämtliche Öfen sind mit selbsttätiger Temperaturregelung versehen. Soweit Stufenschaltung vorhanden ist, erfolgt diese Schaltung von Hand. Die Instrumente und Regelgeräte sind für sämtliche größeren Öfen an einer gemeinsamen Schalttafel untergebracht, welche an der Wand des Arbeitsraumes hinter den Öfen aufgestellt ist.

Großer Einsatzofen. — Dieser Ofen dient fast ausschließlich zum Bekohlen von Fertigungsteilen (Abb. 1). Als Bekohlungskasten kommt nur eine einzige Kastengröße in Frage, und zwar sogenannte Haubenkasten aus hitzebeständigem Werkstoff mit 176 mm Dmr., 380 mm Höhe und einem Gewicht von 3,6 kg. Die Lebensdauer eines Kastens beträgt über 2000 Ofenstunden. Bei Beschickung des Ofens mit 15 Kästen sind die Unterschiede in der Bekohlungstiefe an verschiedenen Stellen der Beschickung ungefähr ± 0,1 mm bei einer Bekohlungstiefe von 0,5 mm und ± 0,15 mm bei einer Bekohlungstiefe von 1 mm. Die zu bekohlenden Fertigungsteile sind hinsichtlich Größe, Gewicht und erforderlicher Bekohlungstiefe stark verschieden. Im Durchschnitt setzt sich eine Beschickung wie folgt zusammen:

15 leere Einsatzkästen	54 kg
Nutzgut	165 „
Bekohlungspulver	45 „
Abdeckpaste und Halter	8 „
Gesamtgewicht der Beschickung	272 kg

Trotz der Sperrigkeit der Fertigungsteile (1,85 kg/dm³) wurde somit ein günstiges Verhältnis zwischen Nutzgut und Totgewicht erreicht. In durchgehendem Betrieb wird für obige Beschickung ein Stromverbrauch von 0,62 kWh je kg Nutzgut bei einer durchschnittlichen Bekohlungstemperatur von 905 °, einer Bekohlungstiefe von 0,65 mm und einer Bekohlungsdauer von 7 h benötigt.

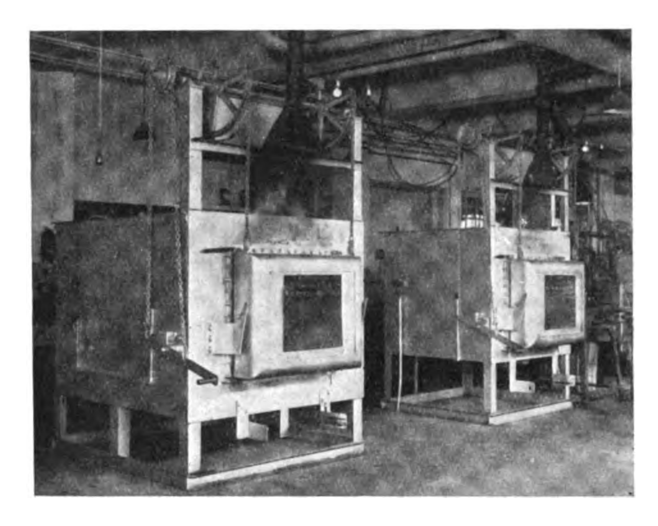


Abb. 1. Einsatzöfen für Fertigungsteile (rechts) und für Werkzeugteile (links).

Ein unmittelbarer Vergleich zwischen dem Heizaufwand des Elektroofens und des früher verwendeten leuchtgasgefeuerten Ofens ist nicht möglich, da der letztere Ofen als Kammerglühofen mit Oberfeuerung trotz gleicher Glühraumabmessungen mit verhältnismäßig niederen Kästen beschickt werden mußte und das Bekohlungsverfahren seit der Umstellung sich wesentlich geändert hat.

Einsatzofen für Werkzeugteile. — Dieser Ofen dient teilweise zum Bekohlen von Werkzeugen aus

Zahlentafel 1. Angaben über die elektrischen Öfen.

Ofenart	Anzahl	Nutzraum-Abmessungen mm	zulässige Höchsttemp. °C	Anschlußwert kW	Leerwert	Art der Heizung
Einsatzofen	1	600 · 1000 · 400	950°	31,5	4,4 kW bei 900°	Wendeln in Decke, Boden und Seitenwänden
Glüh- und Einsatzofen	1	600 · 700 · 400	1100°	31,5	7,1 kW bei 900°	desgl.
Glühofen	1	350 · 450 · 250	1000°	12,5	2,9 kW bei 950°	„
Schnellstahlofen mit Schutzatmosphäre	1	250 · 400 · 180	1400°	18,9	9,0 kW bei 1300°	Globarstäbe
Salzbadofen	4	225 Dmr., 700 tief lichtes Tiegelmaß	950°	12,5	etwa 5 kW bei 900°	Felgenheizkörper
Luftanlaßofen	1	300 Dmr., 350 tief lichtes Tiegelmaß	680°	10,0	1,72 kW bei 600°	Heizwendeln
Ölanlaßbad	1	300 Dmr., 450 tief lichtes Tiegelmaß	280°	2,5	1,0 kW bei 280°	Bandheizkörper
Ölanlaßbad	1	300 Dmr., 300 tief lichtes Tiegelmaß	280°	1,6	—	„
Thermalbad	1	280 Dmr., 600 tief lichtes Tiegelmaß	300°	5,2	—	„
Heißwasserkessel	2	550 Dmr., 400 tief lichtes Tiegelmaß	95°	2,5	—	„
Sandbad	1	300 Dmr., 50 tief	400°	1,5	—	Heizplatten

Nickelchromstahl bei 870 ° C und außerdem zum Glühen und Härten von Werkzeugen bei Temperaturen bis 1100 ° (Abb. 1). Er unterscheidet sich von dem großen Einsatzofen durch die geringere Tiefe des Glühraums und durch die anders geartete Isolierung.

Bei einem Gesamtbeschickungsgewicht von 124 kg, welches sich aus 65,4 kg Nutzgut, 28,2 kg Kastengewicht und 30,4 kg Pulvergewicht zusammensetzte, wurde ein Stromverbrauch von 1,59 kWh/kg Nutzgut erzielt bei einer Bekohlungstemperatur von 870 °, einer Bekohlungsdauer von 8 h und einer Bekohlungstiefe von 0,9 mm.

Schnellstahl-Härteofen. — Das Härten von Schnellstahlwerkzeugen erfolgte vor der Umstellung aus einem Chlorbarium-Salzbad unter Verwendung von Graphittiegeln. Es traten hierbei die bekannten Schwierigkeiten auf, wie Perlenbildung am Werkzeug und weiche Oberfläche. Die beiden erwähnten Fehler vermeidet der elektrische Muffelofen durch Anwendung einer Leuchtgas-Schutzatmosphäre. Das Leuchtgas wird vor der Einführung in den Glühraum in einer besonderen Verbrennungskammer so verbrannt, daß 9 bis 10 % CO in den Abgasen vorhanden sind. Diese Abgase werden durch den Glühraum hindurchgeführt, bzw. sie bilden einen Gasschleier zwischen Tür und Glühraum.

Sofern es sich nicht um stark kobalthaltige Stahllegierungen handelt, gelingt es mit dieser Einrichtung, selbst Werkzeuge mit feinschneidenden Kanten sicher und einwandfrei zu härten. Voraussetzung ist freilich, daß das Gas in Zusammensetzung und Druck nicht zu sehr schwankt und vor Einführung in den Ofen getrocknet wird. Weiterhin müssen die Werkzeuge sowie Vorwärmofen und Schnellstahlofen von jeder Verunreinigung, insbesondere durch Holzkohle oder Härtesalze, freigehalten werden. Auch Haken und Zangen müssen unbedingt reingehalten werden.

Der Leistungsaufwand für den Ofen während des Betriebs beträgt etwa 10 kW, der Verbrauch an Leuchtgas etwa 1,25 m³/h, der Verbrauch an Kühlwasser für die Anschlußbolzen der Globarstäbe 0,4 m³/h. Die Lebensdauer der Globarheizstäbe ist infolge des schädigenden Einflusses der Schutzatmosphäre mit 600 bis 800 h verhältnismäßig gering. Die Betriebskosten werden hierdurch empfindlich beeinflußt. Trotzdem sind diese bei den hiesigen Preisverhältnissen für den Elektroofen noch etwas niedriger als für den gasgefeuerten Salzbadofen mit Graphittiegel von 190 mm Dmr. und 260 mm Höhe.

Seit kurzem ist in einer der anderen Härtereien der Robert Bosch-Werke ein felgengeheizter Schnellstahlofen mit Schutzatmosphäre aufgestellt, von dem erwartet wird, daß er infolge seines geringen Stromverbrauchs und der geringeren Heizkörper-Ersatzkosten sich wesentlich wirtschaftlicher stellt als der Globarofen.

Salzbadöfen. — Von den 4 Salzbadöfen waren die beiden älteren mit Heizmuffeln versehen, bei welchen die Heizdrahtwendeln in keramische Masse eingebettet sind. Als Heizdraht ist hier nicht Nickelchrom, sondern Eisen verwendet. Die beiden zuletzt gelieferten Öfen haben Nickelchrom-Felgenheizkörper. Die dünnwandigen Salzbadtiegel sind aus Armcoblech zusammengeschweißt. Mit breitem, dünnwandigem Flansch dichten diese Tiegel den Glühraum vollständig von dem Außenraum ab, so daß keinerlei Härtesalz in den Glühraum eindringen und die Heizkörper beschädigen kann (Abb. 2).

Mit Rücksicht auf die Eisentiegel und auf die Eisendrahtheizwicklung in den beiden älteren Öfen sind sämtliche Öfen mit ihrem Glühraum an einen mit Stickstoff gefüllten kleinen Gasometer angeschlossen, so daß die Verzunderung der Tiegel und des Heizdrahtes zurückgehalten wird. Bei den Öfen mit Heizmuffeln haftet der trotz des Schutzgases sich bildende Zunder derart fest an der Tiegelwandung, daß er weder den Wärmeübergang vom Heizkörper auf das Bad nennenswert beeinflussen dürfte, noch durch Abspringen den Heizkörper gefährdet. Bei den rascher aufheizenden Öfen mit Felgenheizkörper kann gelegentlich beobachtet werden, daß der Zunder sich von der Tiegelwandung loslöst.

Die Lebensdauer der Eisendraht-Heizmuffel beträgt bei der heutigen Form des Ofens ungefähr 1000 h. Der Felgenheizkörper ist nach den bis jetzt erreichten 8000 Ofenstunden noch durchaus einwandfrei. Der Verbrauch an Stickstoff beträgt etwa 0,5 m³ je Ofen und Monat. Die Tiegellebensdauer ist begrenzt durch Rißbildung in der Tiegelwandung, welche etwa an der Höhe des Badspiegels auftritt. Bei einer Badtemperatur von etwa 800 ° (Zyankalibad) hat der Tiegel eine Lebensdauer von mindestens 3000 h. Bei einer Badtemperatur von 900 ° (neutrales Bad) ist mit einer Lebensdauer des Tiegels von 2000 h zu rechnen.



Abb. 2. Elektrisch geheizter Salzbadofen.

Leckwerden der Tiegel an der Schweißnaht wurde in zwei Fällen beobachtet. Eine nennenswerte Beschädigung des Felgenheizkörpers trat jedoch nicht ein.

Die höchste Leistungsfähigkeit des Salzbadofens liegt bei stündlich 20 bis 30 kg Stahl bei einer Badtemperatur von 900 °. Beim Werkzeughärten mit einem stündlichen Durchsatz von 7,75 kg Nutzgut ist der Stromverbrauch 5 kWh (Badtemperatur 800 °). Beim Rückfeinen von Fertigungsteilen bei einer Badtemperatur von 900 ° ist der stündliche Durchsatz 25 kg Nutzgut mit einer Aufnahme von 7,9 kWh.

Ursprünglich war für die Salzbadöfen eine doppelte Temperaturregelung vorgesehen, und zwar eine Badtemperaturregelung und eine Heizraumtemperaturregelung. Der Heizraumregler sollte das Überregeln über die gewünschte Badtemperatur beim Hochheizen verhindern oder doch zurückhalten. Der Heizraumregler wurde später wieder ausgebaut, da sich zeigte, daß der Ofen infolge des großen Badinhalts wenig zum Überregeln neigt.

Zusammenfassung.

Das wirtschaftliche Ergebnis der Umstellung ist befriedigend, trotzdem verschiedene der Öfen erhebliche Einführungsschwierigkeiten verursachten. Die Unterhaltungskosten der Öfen halten sich in mäßigen Grenzen. Die selbsttätige Temperaturregelung der Öfen entlastet den Arbeiter und führt zu einer größeren Sicherheit in der Arbeit. Der reinliche Betrieb und die geringen Abstrahlverluste der Öfen haben zu einer wesentlichen Verbesserung der Arbeitsbedingungen in der Härterei geführt.

Die Tatsache, daß einer der größeren Glühöfen der Härterei noch mit Gas geheizt wird, findet ihre Erklärung darin, daß der schwer isolierte elektrische Ofen infolge seiner Trägheit in einzelnen Fällen die rasche Lieferfähigkeit der Härterei beeinträchtigt.

Der wirtschaftliche Erfolg der Umstellung ist begründet in der dreischichtigen Betriebsweise der Anlage, in den geringen Leerlaufverlusten der Öfen und in dem Preisverhältnis zwischen Heizstrom und Leuchtgas, das sich im vorliegenden Falle wie 1 : 1,6 für die Einheit stellt. Ein zahlenmäßiger Vergleich mit den früheren Gasöfen ist freilich nicht möglich, da sich inzwischen der Arbeitsanfall der Werkstatt vergrößert hat und wesentliche Verbesserungen des Arbeitsvorganges besonders beim Bekohlungsverfahren eingeführt wurden.

Elektrisch geheizte Öfen haben auf Grund obiger Ergebnisse auch in den beiden anderen Härtereien der Robert Bosch-Werke Eingang gefunden.

Formeln zu einer einfachen Austeilung von Wechselstromwicklungen.

Von Prof., Ing., Dr. techn., Dr.-Ing. **Heinrich Sequenz**, Privatdozent an der Technischen Hochschule in Wien.

621. 313. 3. 045

Übersicht. Für die Austeilung von Wechselstromwicklungen, insbesondere von Bruchlochwicklungen, sind mehrere Verfahren angegeben worden. Das durchsichtigste dürfte das sein, das den Nutenstern benutzt, so wie es Prof. Richter in seinem Buche über die Ankerwicklungen lehrt. Die lineare Darstellung des Nutensternes führt zum Tingleyschen Nutenschema. In ähnlicher Art entwirft H. de Pistoye Bruchlochwicklungen. Tadashi Seike verwendet zur Wicklungsausteilung einfache Tafeln, in denen die Ziffern rein mechanisch verbunden werden. In der nachfolgenden Arbeit werden nun einfache Formeln abgeleitet, die erlauben, ohne Aufzeichnung eines Nutensternes und ohne Aufstellung von Tafeln oder Nutenschemen die Nuten den einzelnen Wicklungssträngen zuzuteilen und die Wicklung zu ermitteln.

I. Der allgemeine Nutenstern.

Es liege die allgemeine Aufgabe vor, N Nuten einer $2p$-poligen Maschine mit einer m-phasigen Wicklung zu belegen. Der größte gemeinsame Teiler, den die Nutenzahl N und die Polpaarzahl p gemeinsam haben, sei mit t bezeichnet. Der Nutenstern[1]) besteht dann aus $N/t = N'$ ungleichphasigen Strahlen oder, anders ausgedrückt: von den N vorhandenen Nuten sind N' Nuten ungleichphasig. Diese ungleichphasigen Strahlen oder Nuten sind gegeneinander um den Winkel

$$\alpha' = \frac{t}{N} \cdot 360^\circ = \frac{1}{N'} \cdot 360^\circ$$

in der Phase verschoben. Der in Abb. 1 gezeichnete Nutenstern ist der Nutenstern der Urwicklung der verlangten Wicklung und gilt für $N' = N/t$ Nuten und $p/t = p'$ Polpaare[2]). Die verlangte Wicklung für N Nuten und $2p$ Pole ist die t-fache Wiederholung der Urwicklung, so daß mit jedem der N'Strahlen des Nutensternes der Urwicklung t gleichphasige Strahlen zusammenfallen, wenn aus dem Nutenstern der Urwicklung der Nutenstern der verlangten Wicklung angegeben wird.

Die Strahlen des Nutensternes der verlangten Wicklung werden folgendermaßen beziffert: Man beginnt bei einem beliebigen Strahl I und nennt ihn den Strahl 1. Da nun die Urwicklung insgesamt N' Nuten oder der Nutenstern N' Strahlen umfaßt, so muß man nach der einfachen Bezifferung aller N' Strahlen des Nutensternes der Urwicklung zum Ausgangsstrahl I zurückkehren. Mithin muß er bei der zweiten Bezifferung die Zahl $(N' + 1)$, bei der dritten Bezifferung die Zahl $(2N' + 1)$, bei der vierten Bezifferung die Zahl $(3N' + 1)$ usw. erhalten, bis er schließlich bei der t-ten Bezifferung die Zahl $[(t-1)N' + 1]$ zugeschrieben bekommt.

Es ist leicht zu beweisen, daß der dem Ausgangsstrahl I benachbarte Strahl II die Zahl $(nN' + 1)\,1/p' + 1$ bei der ersten Bezifferung erhält[3]). Die 2., 3., 4. und t-te Bezifferung liefert für diesen Strahl dann die Zahlen

$$N' + \frac{1}{p'}(nN' + 1) + 1, \qquad 2N' + \frac{1}{p'}(nN' + 1) + 1,$$

$$3N' + \frac{1}{p'}(nN' + 1) + 1, \quad (t-1)N' + \frac{1}{p'}(nN' + 1) + 1.$$

n ist eine beliebige ganze Zahl einschließlich Null, die $(nN' + 1)\,1/p'$ zu einer positiven ganzen Zahl macht.

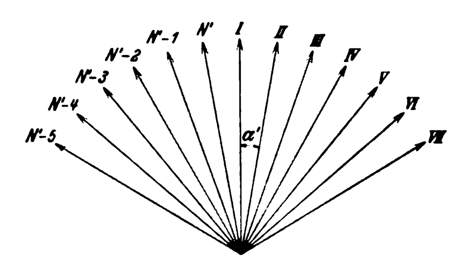


Abb. 1. Allgemeiner Nutenstern.

Allgemein wird die Bezifferung des Strahles x des Nutensternes lauten:

$$\frac{x-1}{p'}(nN' + 1) + 1, \qquad N' + \frac{x-1}{p'}(nN' + 1) + 1,$$

$$2N' + \frac{x-1}{p'}(nN' + 1) + 1, \quad 3N' + \frac{x-1}{p'}(nN' + 1) + 1,$$

$$(t-1)N' + \frac{x-1}{p'}(nN' + 1) + 1.$$

Es ergibt sich damit die Bezifferung der $N' = N/t$ Strahlen des Nutensternes aus folgender Tafel:

Tafel 1. Bezifferung der Strahlen des allgemeinen Nutensternes in Abb. 1.

Strahl	Bezifferung
I	$1, \quad N' + 1, \quad 2N' + 1, \quad 3N' + 1, \ldots (t-1)N' + 1$
II	$\frac{1}{p'}(nN' + 1) + 1, \quad N' + \frac{1}{p'}(nN' + 1) + 1, \quad 2N' + \frac{1}{p'}(nN' + 1) + 1, \ldots \quad (t-1)N' + \frac{1}{p'}(nN' + 1) + 1$
III	$\frac{2}{p'}(nN' + 1) + 1, \quad N' + \frac{2}{p'}(nN' + 1) + 1, \quad 2N' + \frac{2}{p'}(nN' + 1) + 1, \ldots \quad (t-1)N' + \frac{1}{p'}(nN' + 1) + 1$
x	$\frac{x-1}{p'}(nN' + 1) + 1, \quad N' + \frac{x-1}{p'}(nN' + 1) + 1, \quad 2N' + \frac{x-1}{p'}(nN' + 1) + 1, \ldots (t-1)N' + \frac{x-1}{p'}(nN' + 1) + 1$
$N' - 2$	$\frac{N'-3}{p'}(nN' + 1) + 1, \quad N' + \frac{N'-3}{p'}(nN' + 1) + 1, \quad 2N' + \frac{N'-3}{p'}(nN' + 1) + 1, \ldots (t-1)N' + \frac{N'-3}{p'}(nN' + 1) + 1$
$N' - 1$	$\frac{N'-2}{p'}(nN' + 1) + 1, \quad N' + \frac{N'-2}{p'}(nN' + 1) + 1, \quad 2N' + \frac{N'-2}{p'}(nN' + 1) + 1, \ldots (t-1)N' + \frac{N'-2}{p'}(nN' + 1) + 1$
N'	$\frac{N'-1}{p'}(nN' + 1) + 1, \quad N' + \frac{N'-1}{p'}(nN' + 1) + 1, \quad 2N' + \frac{N'-1}{p'}\, nN' + 1) + 1, \ldots (t-1)N' + \frac{N'-1}{p'}(nN' + 1) + 1$

II. Zuordnung der Nuten zu den Wicklungssträngen.

Für die Zuordnung der Nuten zu den einzelnen Wicklungssträngen müssen offenbar folgende Regeln gelten[4]):

a) Jene Nuten, in denen gleichsinnige Spulenseiten desselben Strangs liegen, sollen möglichst wenig Phasenunterschied haben, damit die Wicklung gut ausgenutzt ist;

b) die positiven Spulenseiten der anderen Stränge müssen in Nuten liegen, die um je 120° in der Phase gegen die Nuten mit den positiven Spulenseiten des ersten

---

[1]) R. Richter, Ankerwicklungen für Gleich- und Wechselstrommaschinen, S. 207. Berlin: Julius Springer, 1920.

[2]) Richter, S. 226.

[3]) H. Sequenz, Arch. Elektrotechn. 27 (1933) S. 709; R. Richter, S. 219.

[4]) R. Richter, S. 208 und 209.

Stranges verschoben sind, damit eine symmetrische Wicklung entsteht;

c) die negativen Spulenseiten jedes Wicklungsstranges müssen in Nuten liegen, die möglichst wenig Phasenunterschied haben, die aber gegenüber den Nuten mit den positiven Spulenseiten desselben Stranges um möglichst 180° in der Phase verschoben sind.

Die Zahl der Nuten mit gleichsinnigen Spulenseiten eines Wicklungsstranges beträgt $\gamma = N/2\,m$.

1. Nuten mit den positiven Spulenseiten des ersten Stranges.

Nach der ersten der vorstehenden Regeln wird man die positiven Spulenseiten des ersten Wicklungsstranges in Nuten unterbringen, die je nachdem, ob $\gamma \lesseqgtr t$ ist, folgendermaßen gefunden werden können. Ist $\gamma \leq t$, so werden alle Nuten mit den positiven Spulenseiten des ersten Wicklungsstranges auf ein und demselben Strahl des Nutensternes liegen. Ist dagegen $\gamma > t$, so werden t von den γ Nuten zu ein und demselben Strahl des Nutensternes, die anderen $(\gamma - t)$ Nuten zu den diesem Strahle benachbarten Strahlen gehören.

Beziffern wir die Nuten so, wie sie am Ankerumfang aufeinanderfolgen, mit den Zahlen 1 bis N, so werden für den Fall, daß die Zahl der gleichsinnigen Spulenseiten eines Wicklungsstranges kleiner als der größte gemeinsame Teiler der Nutenzahl und Polpaarzahl oder ihm gleich ist ($\gamma \leq t$), die Nuten mit den positiven Spulenseiten des ersten Wicklungsstranges die Bezifferungen tragen:

$1, N'+1, 2N'+1, 3N'+1, \ldots\ldots\ldots (\gamma-1)N'+1$, wie aus Abb. 1 und Tafel 1 folgt. Mit anderen Worten: Der Schritt zwischen den Nuten mit den positiven Spulenseiten des ersten Wicklungsstranges ist

$$N' = \frac{N}{t}\,.$$

Ist hingegen die Zahl der gleichsinnigen Spulenseiten eines Wicklungsstranges größer als der größte gemeinsame Teiler der Nutenzahl und Polpaarzahl, so werden t von den γ Nuten mit den positiven Spulenseiten des ersten Wicklungsstranges folgende Bezifferungen aufweisen:

$$1, N'+1, \quad 2N'+1, \quad 3N'+1, \quad \ldots.(t-1)N'+1$$

(Nutenstrahl I).

Die übrigen $(\gamma - t)$ Nuten werden entweder den Strahlen $II, III, IV, \ldots$ oder den Strahlen $N'(N'-1), (N'-2), \ldots$ des Nutensternes zugeordnet werden müssen. Die Bezifferungen des zweiten Strahles unterscheiden sich von den Bezifferungen des ersten Strahles, wie aus Tafel 1 zu ersehen ist, um den Schritt

$$\frac{n\,N'+1}{p'} = \frac{n\,N+t}{p},$$

jene des Nutenstrahles N' um den Schritt

$$\frac{(N'-1)(n\,N'+1)}{p'},$$

was dem Schritte

$$\frac{n\,N'-1}{p'} = \frac{n\,N-t}{p}$$

gleichkommt. Die Bezifferungen des dritten bzw. $(N'-1)$-ten Strahles des Nutensternes unterscheiden sich von den Bezifferungen des zweiten bzw. N'-ten Strahles abermals um den Schritt $(n\,N \pm t)/p$. Mithin hat man, um die Bezifferung der restlichen $(\gamma - t)$ Nuten mit den positiven Spulenseiten des ersten Wicklungsstranges zu erhalten, zu den Zahlen $1, N'+1, 2N'+1, 3N'+1, \ldots\ldots (t-1)N'+1$ solange den Schritt $(g\,N \pm t)/p$ dazuzuzählen, bis alle γ Nuten ausgezählt sind. g oder n ist eine positive ganze Zahl einschließlich Null, die den Formelwert zu einer ganzen Zahl macht.

2. Nuten mit den positiven Spulenseiten des zweiten, dritten und m-ten Wicklungsstranges.

Die positiven Spulenseiten des zweiten Wicklungsstranges müssen in Nuten liegen, die um $360°/m$ in der Phase gegen die Nuten mit den positiven Spulenseiten des ersten Stranges verschoben sind. Diese Nuten gehören zu Strahlen des Nutensternes, die um das

$$\frac{360°/m}{360°/N'} = \frac{N'}{m}\text{-fache des Winkels } \alpha'$$

gegen die Strahlen für die Nuten mit den entsprechenden positiven Spulenseiten im Nutensterne verschoben sind. Enthält z. B. die Nut, die mit 1 beziffert ist und zum Nutenstrahle I des Sternes in Abb. 1 gehört, positive Spulenseiten des ersten Wicklungsstranges, so wird jene Nut, die die entsprechenden positiven Spulenseiten des zweiten Stranges umschließt, dem Strahle $(N'/m+1)$ des Nutensternes angehören müssen. Die Bezifferung der der Nut 1 auf dem Strahle I entsprechenden Nut auf dem Strahle $(N'/m+1)$ lautet

$$\frac{N'}{m\,p'}\,(n\,N'+1)+1.$$

Man erhält diese Nut auch, wenn man zur Bezifferung der Nut 1 die Zahl

$$\frac{N'(n\,N'+1)}{m\,p'} = \frac{2\,\gamma\,(n\,N'+1)}{p} \quad \text{oder} \quad \frac{g\,N+2\,\gamma}{p}$$

zuzählt.

Sucht man die Nuten mit den positiven Spulenseiten des zweiten Stranges nicht in der Bezifferungsrichtung der Nuten, sondern in der Gegenrichtung, so hat man zu den Bezifferungszahlen der Nuten mit den positiven Spulenseiten des ersten Stranges die Zahl

$$\frac{g\,N-2\,\gamma}{p}$$

zuzuzählen.

Allgemein also sind die Nuten mit den positiven Spulenseiten des zweiten Wicklungsstranges mit Zahlen beziffert, die sich von den Bezifferungszahlen der Nuten mit den positiven Spulenseiten des ersten Stranges um die Zahl

$$\frac{g\,N \pm 2\,\gamma}{p}$$

unterscheiden. Die positiven Spulenseiten des dritten Wicklungsstranges sind dann in Nuten eingebettet, deren Bezifferung sich abermals um die Zahl

$$\frac{g\,N \pm 2\,\gamma}{p}$$

von der Bezifferung der Nuten mit den positiven Spulenseiten des zweiten Stranges oder um die Zahl

$$\frac{g\,N \pm 4\,\gamma}{p}$$

von der Bezifferung der Nuten mit den positiven Spulenseiten des ersten Stranges unterscheidet. — Die positiven Spulenseiten des m-ten Wicklungsstranges liegen in Nuten, deren Bezifferung sich um die Zahl

$$\frac{g\,N \pm (m-1)\,2\,\gamma}{p} = \frac{g\,N \pm 2\,\gamma}{p}$$

von der Bezifferung der Nuten mit den positiven Spulenseiten des ersten Stranges unterscheidet. In allen hier angeführten Formeln bedeutet g eine positive ganze Zahl (einschließlich Null), die den Formelwert zu einer ganzen Zahl macht.

3. Nuten mit den negativen Spulenseiten der Wicklungsstränge.

Die negativen Spulenseiten der Wicklungsstränge müssen in Nuten untergebracht sein, die gegen die Nuten mit den entsprechenden positiven Spulenseiten um möglichst 180° in der Phase verschoben sind. Solche Nuten gehören zu Strahlen des Nutensternes, die um das

$$\pm\frac{180°}{\frac{1}{N'}\cdot 360°} = \pm\frac{N'}{2}\text{-fache des Winkels } \alpha'$$

gegen die Strahlen für die Nuten mit den entsprechenden positiven Spulenseiten im Nutenstern verschoben sind. Ist $N'/2$ keine ganze Zahl, so liegen die Strahlen für die Nuten mit den negativen Spulenseiten von den Strahlen für die Nuten mit den positiven Spulenseiten um das $(N' \pm 1)/2$-fache des Winkels α' im Nutenstern auseinander.

Es läßt sich wieder wie früher zeigen, daß man die Bezifferung der Nuten mit den negativen Spulenseiten erhält, wenn man zu den Zahlen der Bezifferung der Nuten mit den positiven Spulenseiten desselben Wicklungsstranges die Zahlen

$$\pm \frac{g\,N'}{2\,p'} = \pm \frac{g\,N}{2\,p}$$

oder

$$\frac{g\,N' \pm 1}{2\,p'} = \frac{g\,N \pm t}{2\,p}$$

zuzählt, und zwar gilt die erste der angeschriebenen Zahlen für ein geradzahliges N', die zweite für ein ungeradzahliges $N' = N/t$. g bedeutet wieder eine positive ganze Zahl, die den Formelwert zu einer ganzen Zahl macht.

III. Vorgang bei der Ausmittlung der Wicklung.

Die Aufgabe, in N Nuten eines $2p$-poligen Ankers eine m-phasige Wicklung zu legen, kann auf folgende Weise gelöst werden:

1. Errechnen des größten gemeinsamen Teilers t der Nutenzahl N und der Polpaarzahl p.
2. Berechnen der Zahl der Nuten mit gleichsinnigen Spulenseiten eines Wicklungsstranges
$$\gamma = \frac{N}{2\,m}.$$
3. Ermittlung des Schrittes
$$y_N = \frac{g\,N \pm t}{p},$$
und für den Fall, daß $t > 1$ ist, auch des Schrittes
$$y_b = \frac{N}{t}.$$
4. Berechnen der Schritte
$$y_{II} = \frac{g\,N \pm 2\,\gamma}{p}, \qquad y_{III} = \frac{g\,N \pm 4\,\gamma}{p}, \ldots$$
und endlich
$$y_m = \frac{g\,N \pm (m-1)\cdot 2\,\gamma}{p} = \frac{g\,N \mp 2\,\gamma}{p}.$$
5. Auswerten des Schrittes
$$y'_{(-)} = \pm \frac{g\,N}{2\,p},$$
wenn N/t geradzahlig,

oder des Schrittes
$$y''_{(-)} = \frac{g\,N \pm t}{2\,p},$$
wenn N/t ungeradzahlig ist.

6. Aufschreiben der Zahlenreihe der Nutenbezifferung:
1, 2, 3, 4, 5, ... $(N-2)$, $N-1)$, N.
7. Die γ Nuten, in die die positiven Spulenseiten des ersten Wicklungsstranges eingebettet sind, sind für den Fall $t = 1$ die Nuten mit den Bezifferungszahlen

$$1,\ 1 + y_N,\ 1 + 2\,y_N,\ 1 + 3\,y_N,\ \ldots.\ 1 + (\gamma - 1)\,y_N.$$

Ist jedoch $t > 1$, so heißen diese Nuten

$$1,\ 1 + y_t,\ 1 + 2\,y_t,\ \ldots.\ 1 + (t-1)\,y_t,$$

$$1 + y_N,\ 1 + y_N + y_t,\ 1 + y_N + 2\,y_t,\ \ldots 1 + y_N + (t-1)y_t,$$

$$1+2\,y_N,\ 1+2\,y_N+y_t,\ 1+2\,y_N+2\,y_t,\ \ldots 1+2\,y_N+(t-1)\,y_t,$$

$$\vdots$$

$$1 + \left(\frac{\gamma}{t} - 1\right) y_N,\ 1 + \left(\frac{\gamma}{t} - 1\right) y_N + y_t,$$

$$1 + \left(\frac{\gamma}{t} - 1\right) y_N + 2\,y_t,\ \ldots.\ 1 + \left(\frac{\gamma}{t} - 1\right) y_N + (t-1)\,y_t.$$

Wenn γ/t keine ganze Zahl ist, sondern z. B. in der Form

$$\frac{\gamma}{t} = a + \frac{b}{t}$$

angeschrieben werden kann, wobei a und b solche ganze positive Zahlen bedeuten, daß b/t ein echter Bruch ist, so kann die Zuzählung der $(t-1)$ Schritte y_t zu a beliebigen Nuten mit den Bezifferungszahlen

$$1,\ 1 + y_N,\ 1 + 2\,y_N,\ \ldots 1 + a\,y_N$$

erfolgen.

8. Die γ Nuten, die die positiven Spulenseiten des zweiten Wicklungsstranges umschließen, findet man, wenn man zu den Bezifferungszahlen der Nuten mit den positiven Spulenseiten des ersten Stranges den Schritt y_{II} zuzählt.
9. die γ Nuten, die die positiven Spulenseiten des dritten bis m-ten Stranges enthalten, werden entweder durch Zuzählen des Schrittes y_{II} zu den Bezifferungen der Nuten mit den positiven Spulenseiten des zweiten bis $(m-1)$-ten Stranges erhalten oder durch Zuzählung des Schrittes $y_{III}, \ldots y_m$ zu den Bezifferungszahlen der Nuten mit den positiven Spulenseiten des ersten Stranges.
10. Die Nuten, in die die negativen Spulenseiten der einzelnen Wicklungsstränge eingebettet sind, ergeben sich dadurch, daß man zu den Bezifferungszahlen der Nuten mit den positiven Spulenseiten $y'_{(-)}$ oder $y''_{(-)}$ zuzählt, je nachdem N/t eine gerade oder ungerade Zahl ist.

Zu Spulen können nun beliebige ungleichsinnige Spulenseiten vereinigt werden. Die Schaltverbindungen der einzelnen Spulen desselben Wicklungsstranges müssen immer verschiedensinnige Spulenseiten bei Reihenschaltung miteinander verbinden, wobei die Reihenfolge der Spulen beliebig sein kann. Zu den Maschinenklemmen müssen die Enden von gleichsinnigen Spulenseiten führen, die wieder beliebig gewählt werden können.

IV. Beispiele.

1. Es soll jene dreiphasige Bruchlochwicklung mit $N = 18$ Nuten für $2p = 4$ Pole ausgemittelt werden, die in Richters Buch über die Ankerwicklungen[5]) mit Hilfe des N u t e n s t e r n e s entworfen wurde. Hier sind:

$$t = 2,\ \gamma = 3,\ y_N = \frac{g \cdot 18 \pm 2}{2} = \pm 1,$$

$$y_t = 9,\ y_{II} = \frac{g \cdot 18 \pm 6}{2} = \pm 3,$$

$$y_{III} = \frac{g \cdot 18 \pm 12}{2} = \pm 6,$$

$$y''_{(-)} = \frac{g \cdot 18 \pm 2}{4} = 5 \text{ oder } 4 \left(\frac{N}{t} = 9, \text{ also ungerade}\right).$$

Die Zahlenreihe der Nutenbezifferung lautet:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
$+I$	$+I$	$-III$	$+II$	$+II$	$-I$	$+III$	$+III$	$-II$
10	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
$+I$	$-III$	$-III$	$+II$	$-I$	$-I$	$+III$	$-II$	$-II$

Die Zuordnung der positiven und negativen Spulenseiten der drei Wicklungsstränge zu den 18 Nuten, die unter den Nutenzahlen in vorstehender Reihe angegeben ist, kann nach den angeführten Regeln leicht gefunden werden. Eine zweckmäßigere Aufteilung ergibt sich, wenn man der Nut 5 nicht eine positive Spulenseite des zweiten Stranges, sondern die in Nut 14 befindliche negative Spulenseite des ersten Stranges zuteilt, und umgekehrt der Nut 14 statt der negativen Spulenseite des ersten Stranges die positive des zweiten Stranges aus der Nut 5. Das ist ohne weiteres zulässig: einerseits weil der Schritt zwischen der Nut 14 mit einer positiven Spulenseite des zweiten Wicklungsstranges und der Nut 2 mit der entsprechenden positiven Spulenseite des ersten Wicklungsstranges

$$y_{II} = \frac{18 + 6}{2} = 12 \quad (g = 1)$$

ist, und der Schritt zwischen der Nut 5 mit einer negativen Spulenseite des ersten Wicklungsstranges und der Nut 1 mit der entsprechenden positiven Spulenseite desselben

[5]) Wie Fußnote 1, S. 222.

Stranges $y''_{(-)} = 4$ ist; oder anderseits, weil der Schritt zwischen den Nuten 5 und 14 $y_t = 9$ ist, was bedeutet, daß beide Nuten phasengleich sind. Die Wicklung ist in Abb. 2 gezeichnet.

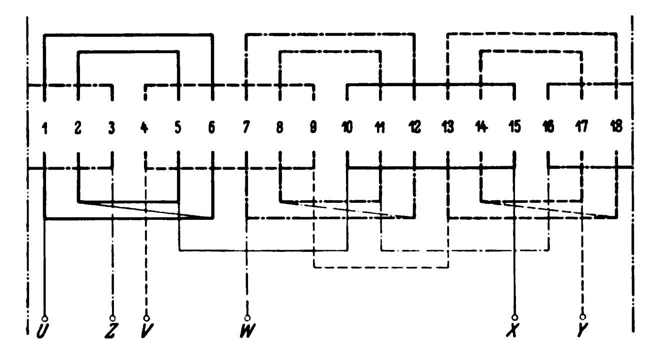


Abb. 2. Dreiphasige Bruchlochwicklung für 18 Nuten und 4 Pole.

2. Eine zweischichtige dreiphasige Bruchlochwicklung für 33 Nuten und 10 Pole hat W. Kauders mit Hilfe des Tingleyschen und reduzierten Schemas im zweiten Teil seines Aufsatzes über die „Systematik der Drehstromwicklungen" entworfen[6]). Das hier auseinandergesetzte Entwurfsverfahren soll auf diese Wicklung angewandt werden. Bei dieser Wicklung sind:

$$t = 1,\ \gamma = 5^1/_2,\ y_N = \frac{g \cdot 33 \pm 1}{5} = 20\ (g = 3),$$

$$y_{II} = \frac{g \cdot 33 \pm 11}{5} = 22\ (g = 3),$$

$$y_{III} = \frac{g \cdot 33 \pm 22}{5} = 11\ (g = 1),$$

$$y''_{(-)} = \frac{g \cdot 33 \pm 1}{10} = 10\ (g = 3).$$

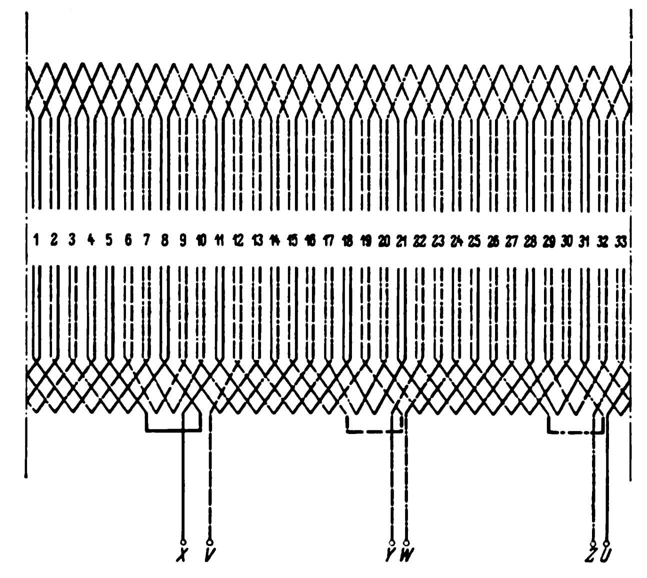


Abb. 3. Zweischichtige, dreiphasige Bruchlochwicklung für 33 Nuten und 10 Pole.

Ganz zwanglos ergeben sich mit diesen Schritten die zu den einzelnen Nuten gehörigen positiven und negativen Spulenseiten der drei Wicklungsstränge:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
+I	+I	−III	+II	−I	+III	−II	+I	−III	+II	−I
12	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**
+III	+III	−II	+I	−III	+II	−I	+III	−II	+I	−III
23	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**
+II	+II	−I	+III	−II	+I	−III	+II	−I	+III	−II

Abb. 3 zeigt die Wicklung.

[6]) W. Kauders, Elektrotechn. u. Maschinenb. 52 (1934) S. 87.

3. Als nächstes Beispiel soll die dreiphasige Bruchlochwicklung behandelt werden, die einerseits auf dem Wege ausgemittelt wurde, den H. de Pistoye angegeben hat[7]) und die anderseits nach dem von Tadashi Seike vorgeschlagenen Verfahren[8]) vom Verfasser nachgeprüft wurde[9]). Diese Wicklung ist in 30 Nuten untergebracht und für eine achtpolige Maschine bestimmt. Für dieses Beispiel gelten:

$$t = 2,\ \gamma = 5,\ y_N = \frac{g \cdot 30 \pm 2}{4} = 8 \text{ oder } 7\ (g = 1),$$

$$y_t = 15,\ y_{II} = \frac{g \cdot 30 \pm 10}{4} = 10 \text{ oder } 5\ (g = 1),$$

$$y_{III} = \frac{g \cdot 30 \pm 20}{4} = 20 \text{ oder } 10\ (g = 2),$$

$$y''_{(-)} = \frac{g \cdot 30 \pm 2}{8} = 4\ (g = 1) \text{ oder } 11\ (g = 3).$$

Die Zuteilung der positiven und negativen Spulenseiten der drei Wicklungsstränge zu den 30 Nuten erfolgt mit den soeben errechneten Werten und gibt folgendes Bild:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
+I	+I	−III	+II	−I	−I	+III	−II	+I	−III
11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
+II	+II	−I	+III	−II	−II	+I	−III	+II	−I
21	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
+III	+III	−II	+I	−III	−III	+II	−I	+III	−II

Abb. 4 stellt diese Wicklung dar.

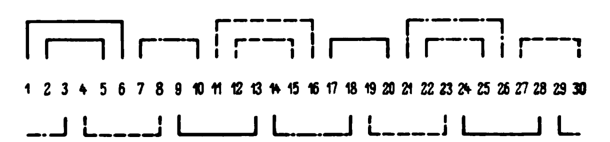


Abb. 4. Dreiphasige Bruchlochwicklung für 30 Nuten und 8 Pole.

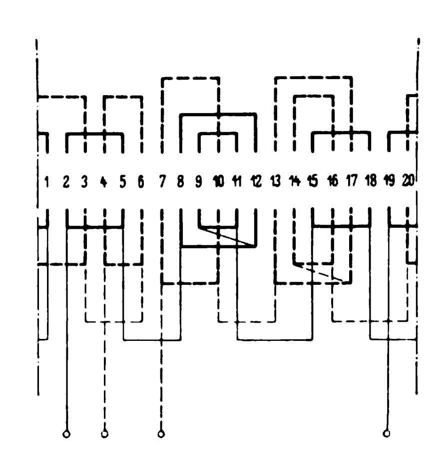


Abb. 5. Zweiphasige Bruchlochwicklung für 20 Nuten und 6 Pole.

4. Um die Anwendung der Formeln auf eine Zweiphasenwicklung zu zeigen, sei die Bruchlochwicklung für $N = 20$ Nuten und $2p = 6$ Pole durchgerechnet, die Richter auf S. 220 seiner „Ankerwicklungen" angibt. Die nach den Regeln ermittelten Werte sind

$$t = 1,\ \gamma = \frac{N}{2\,m} = 2^1/_2\ (m = 4),\ y_N = \frac{g \cdot 20 \pm 1}{3} = 7\ (g = 1),$$

$$y_{II} = \frac{g \cdot 20 \pm 5}{3} = 5\ (g = 1),\quad y'_{(-)} = \pm \frac{g \cdot 20}{6} = \pm 10\ (g = 3).$$

$\gamma' = 2\,\gamma = 5 =$ Spulenzahl im Wicklungsstrang.

[7]) H. de Pistoye, Rev. gén. Électr. 14 (1923) S. 798.
[8]) Tadashi Seike, Elektrotechn. u. Maschinenb. 49 (1931) S. 21.
[9]) Briefwechsel T. Seike / H. Sequenz, Elektrotechn. u. Maschinenb. 49 (1931) S. 139.

Die Zuordnung der Nuten zu den Wicklungssträngen ist die folgende:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$+I$	$+I$	$-II$	$-II$	$-I$	$+II$	$+II$	$+I$	$+I$	$-II$
11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
$-I$	$-I$	$+II$	$+II$	$+I$	$-II$	$-II$	$-I$	$-I$	$+II$

Die Wicklung ist aus Abb. 5 zu ersehen.

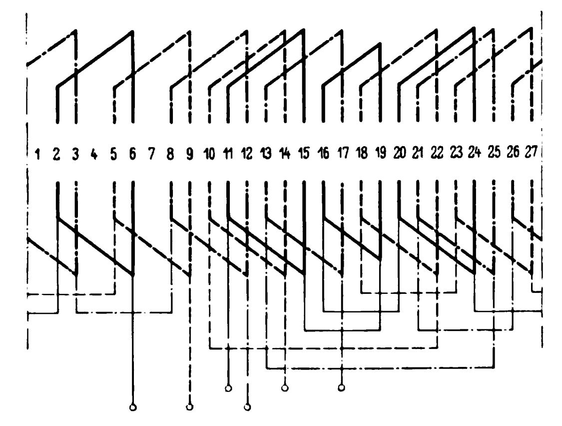


Abb. 6. Dreiphasige Bruchlochwicklung für 27 Nuten und 6 Pole mit 3 unbewickelten Nuten.

5. Auch Bruchlochwicklungen mit mehreren unbewickelten Nuten können mit Hilfe der Formeln ausgeteilt werden, wie das von Richter auf S. 239 angeführte Beispiel zeigen soll. Von den $N = 27$ Nuten eines sechspoligen Ankers sollen drei unbewickelt bleiben (Abb. 6). Die Regeln ergeben:

$$t = 3, \; \gamma = \frac{N}{2m} = 4^1/_2, \quad y_N = \frac{g \cdot 27 \pm 3}{3} = \pm 1 \; (g = 0),$$

$$y_t = \frac{N}{t} = 9, \quad y_{II} = \frac{g \cdot 27 \pm 9}{3} = \pm 3,$$

$$y_{III} = \frac{g \cdot 27 \pm 18}{3} = \pm 6, \quad y''_{(-)} = \frac{g \cdot 27 \pm 3}{6} = 5 \text{ oder } 4.$$

$$\gamma' = \frac{N-3}{2m} = 4 = \text{Spulenzahl im Wicklungsstrang.}$$

Die Nuten werden in folgender Weise mit den positiven und negativen Spulenseiten der drei Wicklungsstränge gefüllt:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	$+I$	$-III$	0	$+II$	$-I$	0	$+III$	$-II$
10	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
$-II$	$+I$	$-III$	$-III$	$+II$	$-I$	$-I$	$+III$	$-II$
19	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**
$+I$	$+I$	$-III$	$+II$	$+II$	$-I$	$+III$	$+III$	$-II$

Zusammenfassung.

Es werden Formeln aufgestellt, mit deren Hilfe Wechselstromwicklungen, und zwar Ganz- und Bruchlochwicklungen, einfach ausgeteilt werden können. Der Vorgang bei der Wicklungsausmittlung wird übersichtlich in zehn Punkten zusammengestellt. Fünf Beispiele zeigen am Schluß der Arbeit die Anwendung des Verfahrens.

Stromrichterbelastung der Hochspannungsnetze.

Von Dr.-Ing. **Ludwig Lebrecht**, Berlin.

(Schluß von S. 960)*

621. 314. 6 : 621. 316. 1

Der Einfluß der Netzkapazität.

Wir stellen uns vor, daß ein Kraftwerk mit der Streureaktanz X_s über eine Kabelstrecke mit der kapazitiven Reaktanz X_c den Gleichrichter speist. Dann arbeitet der Gleichrichter als Oberwellengenerator auf die Parallelschaltung von Selbstinduktion und Kapazität. Die Vorgänge im Netz werden klar, wenn man sich die Grundgesetze der Parallelschaltung von X_s und X_c ansieht.

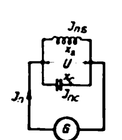


Abb. 6. Parallelschaltung von Induktivität und Kapazität.

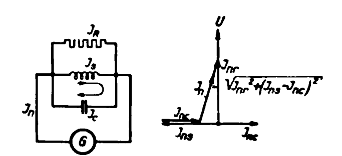


Abb. 7. Parallelschaltung von Induktivität, Kapazität und Widerstand.

In Abb. 6 ist zunächst der Belastungsfall ohne jegliche Dämpfung dargestellt. An der Parallelschaltung liegt die gemeinsame Spannung U, unter deren Einfluß X_s den nacheilenden Strom I_{ns}, X_c den voreilenden Strom I_{nc} aufnimmt. Nach Kirchhoff muß sein $I_n = I_{ns} - I_{nc}$; für $I_{ns} = I_{nc}$ wird $I_n = 0$; das bedeutet, daß in der Parallelschaltung X_s und X_c ein Kreisstrom zustandekommen kann, ohne daß der Gleichrichter als Oberwellengenerator einen Strom I_n führt. Voraussetzung für diesen Kreisstrom ist nur das Vorhandensein einer Spannung von der Resonanzfrequenz des Kreises.

Überträgt man diese Erkenntnis auf den Fall der Gleichrichterbelastung, so ergibt sich folgendes: Wir haben eingangs gesehen, daß eine hohe Netzreaktanz zu großem Überlappungswinkel und damit zu einem Abschleifen der Stromharmonischen im Primärstrom der Stromrichter führt. Das kann soweit gehen, daß der Primärstrom praktisch sinusförmig wird.

Im ursächlichen Zusammenhang mit dem Abschleifen des Stromes steht jedoch das Auftreten der Oberwellen in der Spannung. Ist die Oberwellenspannung im Netz aber vorhanden, so kann sie in Parallelschaltungen von X_s und X_c Kreisströme anregen, die nur von der Spannung und den Konstanten des Kreises abhängen.

Abb. 7 zeigt weiter den Fall, daß der Parallelschaltung von X_s und X_c noch ein Widerstand R parallelgeschaltet ist, der die Widerstandsbelastung des Kraftwerkes zusammenfassen soll. Das Vektorendiagramm macht klar, daß

$$I_n = \sqrt{I_{nr}^2 + (I_{ns} - I_{nc})^2}.$$

Für $I_{ns} - I_{nc} = 0$ (Resonanzfall) wird $I_n = I_{nr}$.

Der vom Oberwellengenerator gelieferte Strom I_n fließt dann durch den Widerstand und erzeugt an dessen Enden die Spannung U_n, unter deren Einfluß sich in der Parallelschaltung von X_s und X_c ein Kreisstrom einstellt:

$$I_{ns} = -I_{nc} = I_n \frac{R}{X_s}.$$

Je größer der Widerstand R, je kleiner also die Dämpfung, desto größer wird der Kreisstrom. Für $R = \infty$, also Dämpfung Null, wird auch $I_{ns} = \infty$. Selbstverständlich haben nicht nur Parallelwiderstände, sondern auch Reihenwiderstände im Kreis von X_s und X_c dämpfende Wirkung. Diese Widerstände würden, wie sich leicht nachweisen läßt, in der Gleichung des Kreisstromes im Nenner erscheinen.

Für die Stromrichterbelastung eines Netzes ergeben sich die nachstehenden Folgerungen:

Die Parallelschaltung von Kapazität und Selbstinduktion eines Netzes bietet die Möglichkeit, die Reaktanzver-

---

*) Vortrag, gehalten am 21. 3. 1935 im Elektrotechnischen Verein. Besprechung auf S. 1003 dieses Heftes.

hältnisse wesentlich zu verändern. Die Reaktanzen der Induktivitäten wachsen direkt, die der Kapazitäten umgekehrt proportional mit den Frequenzen. Jede Parallelschaltung von Selbstinduktion und Kapazität kann durch eine Ersatzreaktanz

$$X = \frac{1}{\frac{1}{X_s} - \frac{1}{X_c}}$$

ersetzt werden. Die Ersatzreaktanz ist induktiv oder kapazitiv, je nachdem, welcher Einfluß überwiegt. Man erkennt sofort, daß für jede Stromfrequenz eine der Induktivität zugeordnete Kapazität besteht, für welche der Nenner des Bruches Null, der Wert des Bruches unendlich groß wird. Das ist der Fall der Stromresonanz, bei welchem das Netz dem Fließen eines solchen Stromes die hohe Reaktanz eines Sperrkreises entgegensetzt. Dieser Fall ist möglich, welchen Wert X_s auch hat. Damit ist klar, daß ein großes Leistungsverhältnis nicht immer gleichbedeutend mit geringen Rückwirkungen sein muß; denn auch bei großer Kraftwerksleistung, kleinem X_s, kann eine passende Kapazität dafür sorgen, daß das Kraftwerk Bestandteil eines Sperrkreises wird.

Die letzte Gleichung läßt erkennen, daß je nach Größe der kapazitiven Reaktanz die Rückwirkung alle möglichen Werte haben kann. Es ergeben sich drei ausgezeichnete Möglichkeiten:

1. $X = X_s$ für $X_c = \infty$, d. h. wenn die Kapazität Null ist, dann ist die Aufgabe auf den früher betrachteten Fall der reinen Selbstinduktion zurückgeführt.
2. $X = \infty$ für $X_s - X_c = 0$, dann nimmt die Oberwellenspannung am Stromrichter denjenigen Größtwert an, für welchen der Oberwellenstrom des Stromrichters gleich Null wird.
3. $X = 0$ für $X_c = 0$, d. h. wenn die Kapazität unendlich groß ist. In diesem Fall ist die Oberwelle über die Kapazität kurzgeschlossen. Man erkennt daran, daß die Kapazität bei genügender Größe auch günstigen Einfluß haben kann.

Die Tatsache, daß das Verhältnis von Selbstinduktion und Kapazität eine wichtige Rolle spielt, zeigt, daß das Oberwellenverhalten eines Netzes durch den gesamten Schaltzustand mitbestimmt wird. Wir haben ferner gesehen, daß die in Netzteilen möglichen Kreisströme, die in Parallelschaltungen von Selbstinduktion und Kapazität angeregt werden können, von der Größe des Oberwellenstromes, also auch von der Leistung der Stromrichter, ferner von den dämpfenden Widerständen, also auch von der übrigen Belastung des Netzes abhängen. Daher kann ein Netz zur Nachtzeit, wenn Stromrichter mit größerer Leistung im Betrieb sind, während die übrige, dämpfend wirkende Belastung ein Kleinstwert ist, stärker reagieren als am Tage.

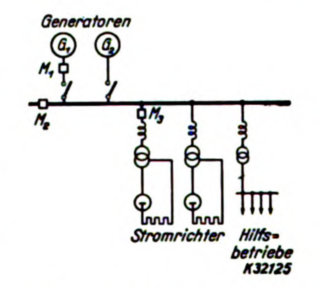
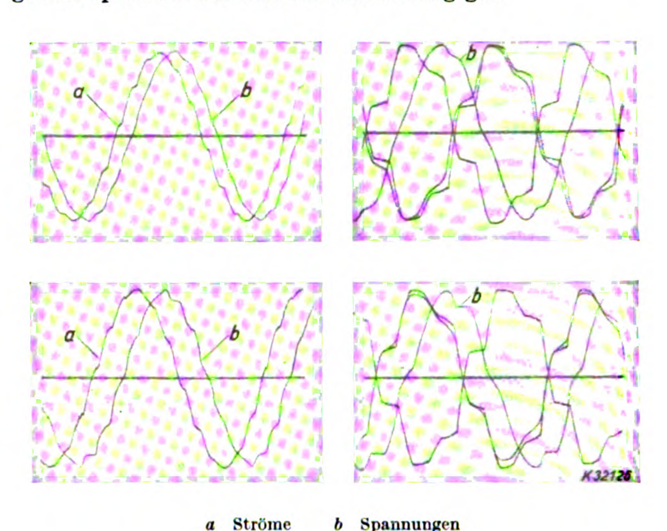


Abb. 8. Schaltbild einer Gleichrichteranlage.

Einige Meßergebnisse können die Richtigkeit des Gesagten bestätigen. Zunächst sei ein Fall erwähnt, bei dem keine irgendwie beachtliche Kapazität vorhanden war. Eine größere Gleichrichteranlage, Abb. 8, belastete ein Kraftwerk. Das Leistungsverhältnis war bei Einsatz von zwei Generatoren 0,35, bei Einsatz einer Maschine 0,7. Die Hilfsbetriebe hatten die Größe von 20 % der Nennleistung eines Generators. Die Gleichrichterleistung konnte sowohl 6- als auch 12phasig dem Netz entnommen werden.

Die in Abb. 9 dargestellten Oszillogramme zeigen links Maschinenstrom und Sammelschienenspannung in 12-phasigem Betrieb. Der Strom läßt die charakteristischen Zacken des Gleichrichterprimärstromes kaum noch erkennen, was daher rührt, daß die hohe Reaktanz des speisenden Netzes auf dem Weg über einen großen Überlappungswinkel zu einem weitgehenden Abschleifen der Ströme geführt hat. Im Zusammenhang damit steht die Tatsache, daß die im Leerlauf sinusförmige Spannung die in den Oszillogrammen sichtbare Form angenommen hat. Die stärkste Veränderung der Spannung zeigt das untere Oszillogramm, das für Betrieb mit einer Maschine, also größte spezifische Gleichrichterbelastung gilt.



a Ströme *b* Spannungen

Abb. 9. Spannungs- und Stromkurven bei Gleichrichterbelastung.

Die beiden rechts dargestellten Oszillogramme zeigen den Fall, daß die gleiche Gleichrichterleistung unter den gleichen Belastungsbedingungen 6phasig entnommen worden ist. Die zackigen Ströme sind die in die Gleichrichterabzweige fließenden Teilströme, der etwas verschliffene Strom ist der Generatorstrom. Die Spannungen sind entsprechend der größeren Oberwellenbelastung stärker verzerrt als bei Zwölfphasenbelastung. Die Spannung ist ferner bei Speisung durch eine Maschine stärker verändert als bei Betrieb mit zwei Generatoren.

Die Abb. 10 zeigt schließlich die Angabe eines schreibenden Oberwellenmeßgerätes, wie es zur Beobachtung des Oberwellenverhaltens von Netzen mit gutem Erfolg verwendet wird. Es gibt an, daß die 5. Harmonische in der Spannung bei Betrieb mit Zwölfphasengleichrichtern praktisch Null, bei Sechsphasenbetrieb und Speisung mit zwei Generatoren etwa 5 %, bei Speisung mit einem Generator rd. 8,5 % betrug. Selbstverständlich enthalten die Spannungen auch noch andere Frequenzen.

Abb. 10. Schreibstreifen der 5. Spannungs-Harmonischen bei Betrieb in Sechs- und Zwölfphasenschaltung.

Ferner möge ein Fall erörtert werden, bei dem eine Kapazität vorhanden war, mit der sich in einem bestimmten Schaltzustand eine Resonanznähe für die 11. und 13. Harmonische ergab. Ein Kraftwerk speiste hierbei eine Gleichrichteranlage über einen Transformator, eine mit Kapazität behaftete Leitung und einen Abspanntransformator.

Es sind nun zwei Versuche gemacht worden, bei welchen die Belastungsverhältnisse der Gleichrichter unverändert gelassen wurden; lediglich die Kapazität der Übertragungsanlage ist dadurch verändert worden, daß beim ersten Fall eine einzige Leitung, beim zweiten Fall eine Doppelleitung eingeschaltet wurde.

Das Schema der Reaktanzen ist für den ersten Fall in Abb. 11 dargestellt. Kraftwerk und Transformator haben für die 11. Harmonische 604 Ω, für die 13. Harmonische 716 Ω Reaktanz, die Leitung hat für die 11. Harmonische 1000, für die 13. Harmonische 855 Ω kapazitive Reaktanz. Diese Parallelschaltung läßt sich ersetzen durch eine induktive Reaktanz von 1540 Ω bei der 11. und 4350 Ω bei der 13. Harmonischen. Diese induktive Ersatzreaktanz liegt

nun noch in Reihe zur induktiven Reaktanz des Abspanntransformators.

Wesentlich ist die Tatsache, daß die Kapazität eine Erhöhung der Reaktanz bewirkt, und zwar ist die Reaktanz bei der 13. Harmonischen etwa 6mal so groß wie die induktive Reaktanz des Kraftwerkes allein. Infolge der Reaktanz ist der Primärstrom fast bis auf Sinusform geglättet, die Spannung hat jedoch stark nachgegeben; sie erzeugt eine von der 13. beherrschte Schwebung beider Frequenzen (Abb. 11, Meßstelle A_1).

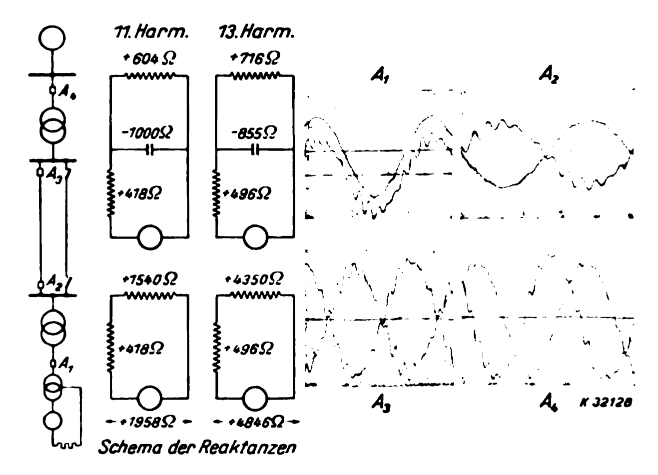


Abb. 11. Schaltbild; Strom- und Spannungskurven an verschiedenen Meßstellen. (Eine Leitung eingeschaltet.)

An der Meßstelle A_2, also am Ende der Leitung, besteht grundsätzlich das gleiche Bild.

An der Meßstelle A_3, also am Anfang der Leitung, ist jedoch dem Übertragungsstrom auch ein Oberwellenstrom der Frequenz überlagert, welche in der Spannung vorkommt. Dieser Oberwellenstrom schließt sich über die Kapazität der Leitung und ist daher am Leitungsende nicht mehr sichtbar.

An der Meßstelle A_4 zeigt sich ein Strom gleicher Gestalt. Die Spannung ist weniger verzerrt. Das ist dadurch zu erklären, daß die bei A_3 gemessene Spannung sich an der Reihenschaltung der Transformator- und Kraftwerkreaktanz im Verhältnis der Reaktanzen aufteilt.

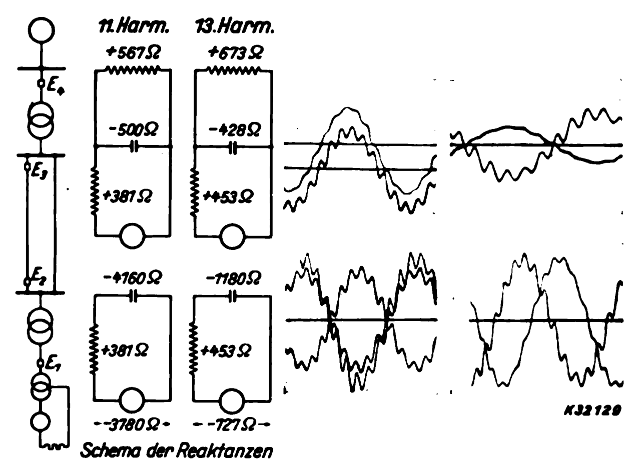


Abb. 12. Schaltbild; Strom- und Spannungskurven. (Zwei Leitungen eingeschaltet.)

Die Abb. 12 zeigt die Verhältnisse für Betrieb mit doppelter Kapazität. Die Ersatzreaktanz ist hierbei für Kraftwerk, Aufspanntransformator und Leitung mit etwa 4160 Ω bei der 11. und 1180 Ω bei der 13. kapazitiv. Die Zuschaltung der zweiten Leitung hat also die Resonanz in das Gebiet unterhalb der 11. Harmonischen verschoben. Die 13. hat sich damit von der Resonanzlage entfernt, und nur die 11. Harmonische hat noch einen größeren Betrag. Aus diesem Grunde zeigen die Oszillogramme auch nur die 11. Harmonische. Bemerkenswert ist bei dieser Messung, daß die kapazitive Ersatzreaktanz in Reihe liegt mit der induktiven Reaktanz des Abspanntransformators. Und da in der Reihenschaltung von Kapazität und Selbstinduktion sich die Reaktanzen subtrahieren, ist die resultierende Reaktanz an der Angriffsstelle des Gleichrichters kleiner als an der Übertragungsleitung. Darum besteht die größte Verzerrung nicht an der Sammelschiene des Gleichrichters, sondern unmittelbar an der Leitung, dem Sitz der Kapazität.

Das Leistungsverhältnis der Gleichrichter zur Nennleistung des letzten Abspanntransformators lag bei etwa 0,5. Wenn man die Versuchsleitung in den Rahmen eines größeren Netzes mit anderen Konstanten einschaltete, so gingen die Erscheinungen ganz wesentlich zurück. Der Primärstrom der Stromrichter hatte seine normale Zwölfphasenwelligkeit, die Spannung ließ viel geringere Änderungen erkennen (Abb. 13).

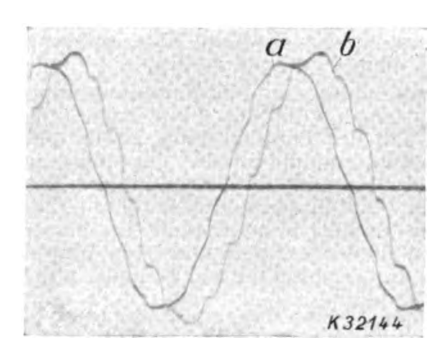
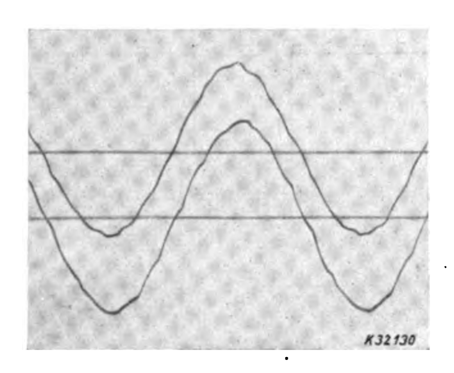
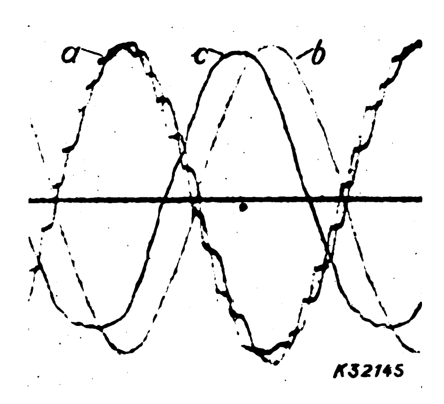


Abb. 13. *a* Spannung, *b* Strom eines Zwölfphasen-Gleichrichters.



obere Kurve Spannung untere Kurve Strom

Abb. 14. Ausgleich der 11. und 13. Harmonischen durch verschiedene Aussteuerung mittels der Gitter.



a Einzelströme *b* Summenstrom *c* Spannung

Abb. 15. 24-Phasen-Kompensationsbetrieb mit zwei Zwölfphasen-Gleichrichtern.

Wenn man gar die Stromrichterleistung mit der sehr geringen 24-Phasen-Welligkeit bezog, was man angenähert durch verschiedene Aussteuerung der Gitter oder durch Phasenverdrehung durch andere Mittel (Abb. 17) erreichen kann, blieb von den ganzen Erscheinungen kaum mehr eine Spur (Abb. 14 u. 15). Der zuletzt behandelte Fall ist ein Sonderfall, weil die Übertragungslänge der Leitung für 100 kV außergewöhnlich kurz war. Im

Normalfall haben 100 kV-Leitungen wesentlich größere Übertragungslängen, so daß Resonanzen erst bei Frequenzen wesentlich unterhalb der 11. Harmonischen vorkommen.

4. Was folgt aus dem Gesagten?

Es folgt zunächst nicht, daß in Zukunft jeder Eisen- oder gar Glasgleichrichter mindestens zwölfphasig gebaut werden muß. Die hier in Frage stehenden Effekte sind leistungsgebunden.

Es folgt aber, daß sich beim Anschluß einer größeren Anzahl großer Gleichrichter, insbesondere beim Anschluß von Großanlagen für Elektrolysen oder dergl. eine Prüfung der Frage empfiehlt, ob im Einzelfall die zur Beseitigung oberharmonischer Ströme gegebenen Möglichkeiten angewendet werden sollen.

Die der Planung zu Gebote stehenden Möglichkeiten sind teilweise bereits erwähnt. Sie sollen zusammenfassend noch einmal genannt werden.

1. Die Verwendung von Transformatoren verschiedener Schaltgruppen (Abb. 16). Wir haben eingangs gesehen, daß der Parallelbetrieb zweier Sechsphasentransformatoren, die um 30 ° gegeneinander versetzt sind, zur Belastung des Netzes entsprechend der günstigeren Zwölfphasenwelligkeit führt (Abb. 16, links). Die die Sechsphasenwelligkeit bestimmenden Frequenzen fließen auf dem kürzesten Weg von Gleichrichter zu Gleichrichter und kommen nicht ins Netz.

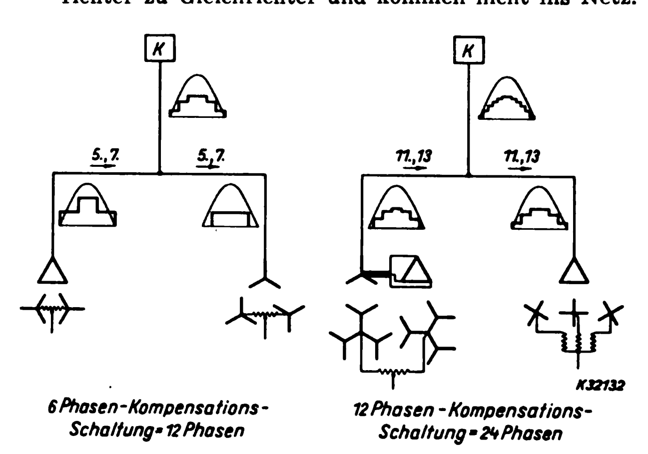


Abb. 16. Verwendung von Transformatoren verschiedener Schaltgruppen.

Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, daß man die mit manchen Schaltungen etwas billigeren Sechsphasentransformatoren verwenden kann. Der Nachteil ist, daß die Vollkompensation die gleiche Belastung der parallel arbeitenden Sätze voraussetzt. Ein weiterer Nachteil ist die Tatsache, daß Reservegleichrichter umschaltbar sein müssen, damit sie sowohl in der einen als auch in der anderen Schaltgruppe arbeiten können. Man wird dadurch von der Zuverlässigkeit des Betriebspersonals abhängig. Bei Gitterregelung ist störend, daß mit der Gittersteuerung die Phasenlage der Ströme sich ändert. Verschiedenheiten der Spannungsregelung können daher ebenfalls den gewollten Kompensationszweck ganz oder teilweise vereiteln.

2. Bei der Erstellung von größeren Anlagen sollte man daher mindestens zur Zwölfphasenschaltung kommen. Für den Bau großer Anlagen ist in den letzten Jahren diese Schaltung in starkem Maße verwendet worden.

Man kann beim Einbau von Zwölfphasenschaltungen durch Parallelbetrieb von Transformatoren verschiedener Schaltgruppen natürlich ebenso Systeme höherer Phasenzahl erreichen (Abb. 16, rechts), wobei grundsätzlich für die Anwendung des Kompensationsverfahrens dasselbe gilt, was bei der Sechsphasenschaltung gesagt war.

Auch bei Anwendung von Transformatoren gleicher Schaltgruppe hat man die Möglichkeit, das Netz mit der Welligkeit eines Systems doppelter Phasenzahl zu belasten. Es ist hierzu notwendig, die Verdrehung der parallel arbeitenden Transformatoren um den Winkel $\frac{180\,°}{\text{Phasenzahl}}$ in einem oder zwei den Haupttransformatoren vorgeschalteten Vorsatztransformatoren zu erreichen. Zwei kleine Transformatoren, die z. B. entsprechend Abb. 17, rechts, die Phase des einen Haupttransformators um 7,5 ° nach rechts, die des anderen Haupttransformators um 7,5 ° nach links verdrehen, ermöglichen, das Netz mit der 24-Phasen-Welligkeit zu belasten, obwohl die Haupttransformatoren 12-Phasen-Transformatoren gleicher Schaltgruppe sind. Die Eigenleistung dieser Vorsatztransformatoren ist in diesem Falle etwa 10 % der Typenleistung der Haupttransformatoren.

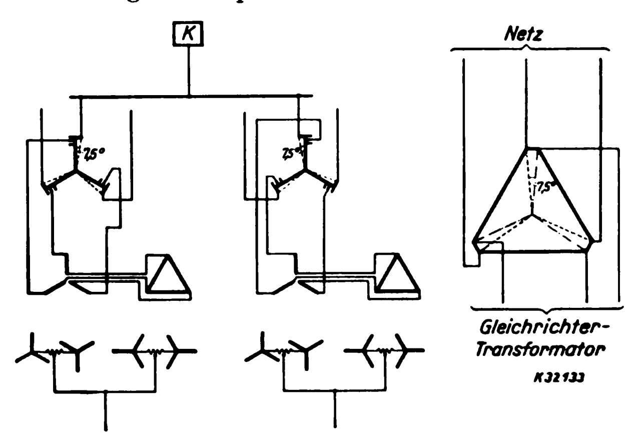


Abb. 17. Vorschalttransformatoren zum Verdrehen der Phasenlage.

Wenn den Haupttransformatoren sowieso Spartransformatoren vorgeschaltet sind, etwa zur Bestreichung großer Regelbereiche bei Elektrolysen, so läßt sich in diesen Spartransformatoren auch die Winkelverdrehung ohne weiteres unterbringen (siehe Abb. 17, links).

3. Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß es auch andere Möglichkeiten gibt, die Belastung eines Netzes mit oberharmonischen Strömen einzuschränken. Nachdem die Entwicklung der Kondensatoren nach Preisen und Verlusten in den letzten Jahren wesentliche Fortschritte gemacht hat, kann daran gedacht werden, in Sonderfällen durch Einbau von Kondensatoren dem von den Gleichrichtern verlangten Oberwellenstrom einen Weg zu bieten. Diese Kondensatoren können dann auch als Blindstromerzeuger für den Grundwellenstrom vorteilhaft sein. Dieses Verfahren hat aber nur dann Sinn, wenn die Reaktanz über die Kondensatoren wesentlich kleiner ist als über das übrige Netz. Es verlangt daher, durch Einbau einer Drosselspule das Eindringen der Oberströme in das Netz zu verhindern, es sei denn, daß das Netz durch seine eigene hohe Reaktanz die Drosselspule unnötig macht.

Statt Kondensatoren können auch abgestimmte Siebkreise angewendet werden.

Die Planung hat also viele Möglichkeiten, große Stromrichterleistungen den Erfordernissen der Erzeugungs- und Übertragungsanlagen anzupassen. Der statische Umformer ist ein so vorzügliches Gerät, daß sich die Arbeit an seiner Vervollkommnung auch auf schaltungstechnischem Gebiet empfiehlt, weil sie einer guten Sache nützt.

Zusammenfassung.

Es werden die Rückwirkungen von Gleichrichteranlagen auf das speisende Netz behandelt. Zunächst wird auf den Gehalt an Oberwellen im Primärstrom der Gleichrichter eingegangen. Hierauf wird die Belastung der Generatoren mit verzerrten Strömen besprochen, und zwar wird die Belastung des Ständers und des Dämpfers behandelt. Es folgt eine Besprechung der Einflüsse der Induktivität, der Kapazität und des ohmschen Widerstandes des Primärnetzes auf die Rückwirkungen der Gleichrichter. Schließlich werden noch Maßnahmen besprochen, die es ermöglichen, die Rückwirkungen der Gleichrichteranlagen herabzusetzen.

(Die Besprechung des Vortrages folgt auf S. 1003 dieses Heftes.)



Schweißung von Drähten aus Chromnickel und hochhitzebeständigen Legierungen mittels Kondensatorentladung.

(Mitteilung aus dem Institut für Starkstrom- und Hochspannungstechnik der T. H. Dresden.)

Von J. Wrana, Dresden.

621. 367 : 621. 791 : 621. 319. 4

Übersicht. Das Verfahren, metallische Leiter mittels Kondensatorentladung zu verschweißen, wurde weiterhin für die Verbindung von Widerstandsdrähten und -bändern entwickelt; es bewährt sich gerade für diese Fälle ausgezeichnet. Auf Grund der angestellten Untersuchungen über Hitzebeständigkeit und Festigkeit der Schweißstellen ergab sich eine Reihe von bemerkenswerten Einzelheiten für die Ausführung der Schweißung. Schließlich wird eine Formel angegeben, die den Zusammenhang zwischen zu schweißender Drahtstärke und den elektrischen Größen darstellt und in einfacher Weise die Schweißspannung zu ermitteln gestattet.

Mit der bereits beschriebenen[1]) Einrichtung zur Schweißung von Drähten, bei der die aperiodische Entladung einer Kondensatorenbatterie von mehreren 100 μF bei einer Zeitkonstante von $T = 10^{-3}$ s zur Schweißerwärmung benutzt wird, sind in der Abteilung Elektrowärme des obigen Institutes auf Anregung von O. Zdralek weitere Versuche mit verschiedenen Heizleiterdrähten und -bändern durchgeführt worden. Gerade diese Schweißungen erlangen besondere Bedeutung, da sie sehr einfache, hitzebeständige und ausgezeichnete Verbindungen von Heizleitern der Elektrowärmegeräte ergeben und sowohl bei der Herstellung von Heizkörpern wie auch bei deren Reparatur mit Vorteil angewendet werden können.

Die Versuche wurden mit Drähten von 0,1 bis 0,4 mm Dmr. und mit Bändern von entsprechenden Querschnitten durchgeführt[2]); es besteht durchaus die Möglichkeit, auch noch wesentlich stärkere Drähte zu schweißen, wenn größere Kondensatorbatterien zur Verfügung stehen.

Die Untersuchungen erstreckten sich auf die praktisch wichtigen Fälle, also die Verbindung von Chromnickeldrähten und Chromnickelbändern untereinander, und die Verbindung von Chromnickeldrähten und -bändern mit den Anschlußleitungen. Weiter wurden die neuen hochhitzebeständigen Werkstoffe Megapyr und Kanthal in bezug auf ihre Schweißfähigkeit untersucht.

Im folgenden wird über die Prüfung und Güte der Schweißstellen, Art der Schweißausführung und über die Ermittlung der für die Schweißung zu wählenden elektrischen Größen berichtet.

Prüfverfahren und Prüfergebnisse.

Die geschweißten Drähte wurden einer Glühprobe durch Einschalten in einen Stromkreis unterzogen; man konnte beobachten, daß bei Verbindungen von gleichen Werkstoffen die elektrische Leitfähigkeit der Schweißnaht größer ist als im ungeschweißten Teil des Drahtes, da sie bei dunkler Rotglut bis Rotglut dunkler bleibt als der übrige Draht; darüber hinaus ist ein Unterschied nicht mehr erkennbar. Bei weiterer Erhitzung bis zum Durchschmelzen erfolgt Trennung auch bei schlechten Schweißungen nicht an der Schweißstelle. In den Fällen, wo Kupfer an die Heizleiter angeschweißt wurde, bleibt bei normalen Glühtemperaturen der Heizdraht noch 1 bis 2 mm neben der Schweißstelle dunkel, und auch bei Erhöhung bis zum Durchschmelzen glüht die Schweißstelle selbst nie.

Zur Untersuchung der mechanischen Festigkeit der Schweißstelle wurden Zerreißversuche gemacht, und zwar bei nicht geglühten und geglühten Drähten. Dabei ergaben sich die folgenden Werte als Mittelwerte aus 5 bis 10 Schweißungen für nicht geglühte Drähte. Die Festigkeit der Schweißstelle ist angegeben in Prozent der Festigkeit des ungeschweißten Drahtes.

Zahlentafel 1.

Chromnickeldraht	0,3 mm Dmr.	an gleichen Draht	90 %
Chromnickelband	0,8 · 0,1 mm	an gleiches Band	76 %
Chromnickelband	1,4 · 0,1 mm	an gleiches Band	60 %
Chromnickeldraht	0,3 mm Dmr.	an Kupferdraht 0,3 mm bez. auf Kupferdraht 0,3 mm Dmr.	83 %
Chromnickeldraht	0,3 mm Dmr.	an Kupferdraht 0,4 mm bez. auf Kupferdraht 0,4 mm Dmr.	68 %
Chromnickelband	0,1 · 0,1 mm	an Kupferdraht 0,4 mm bez. auf Kupferdraht 0,4 mm Dmr.	85 %
Megapyrdraht	0,3 mm Dmr.	an gleichen Draht	80 %
Megapyrdraht	0,3 mm Dmr.	an Kupferdraht 0,3 mm bez. auf Kupferdraht 0,3 mm Dmr.	95 %
Megapyrdraht	0,3 mm Dmr.	an Kupferdraht 0,4 mm bez. auf Kupferdraht 0,4 mm Dmr.	85 %
Kanthaldraht	0,3 mm Dmr.	an gleichen Draht	92 %
Kanthalband	0,1 · 0,95 mm	an gleiches Band	95 %
Kanthaldraht	0,3 mm Dmr.	an Kupferdraht 0,3 mm bez. auf Kupferdraht 0,3 mm Dmr.	87 %
Kanthaldraht	0,3 mm Dmr.	an Kupferdraht 0,4 mm bez. auf Kupferdraht 0,4 mm Dmr.	83 %
Kanthalband	0,95 · 0,1 mm	an Kupferdraht 0,3 mm bez. auf Kupferdraht 0,3 mm Dmr.	87 %
Kanthalband	0,95 · 0,1 mm	an Kupferdraht 0,4 mm bez. auf Kupferdraht 0,4 mm Dmr.	77 %

Nach dem Glühen der geschweißten Drähte nahm die Festigkeit des Werkstoffes je nach der Höhe der Glühtemperatur ab, die Festigkeit der Schweißstelle wurde weit weniger beeinflußt. Bei Zerreißversuchen mit Drähten, die bis nahe an die Schmelztemperatur geglüht wurden, tritt Trennung nicht an der Schweißstelle auf, so daß diese Schweißungen sich gerade bei hohen Temperaturen besonders gut bewähren.

Da im Temperaturbereich zwischen Glühen des Werkstoffes und Schmelzpunkt seine Festigkeit vermindert ist, ergibt sich hieraus der besondere Vorteil der Kondensatorschweißung gegenüber anderen Schweißverfahren, weil hier die notwendige Erwärmung nur unmittelbar an der Schweißstelle erzeugt wird.

Einzelheiten der Schweißausführung.

Für die Schweißung bei Drähten und Bändern der verschiedenen Werkstoffe sind einige wesentliche Punkte zu beachten.



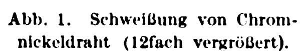


Abb. 1. Schweißung von Chromnickeldraht (12fach vergrößert).

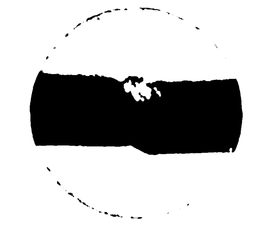


Abb. 2. Schweißung von Chromnickelband (12fach vergrößert).

Bei Chromnickeldrähten untereinander wurden Verbindungen nach dem Ein- und Zweistufenverfahren[3]) hergestellt. Dabei zeigt sich, daß die schädlichen Einschnürungen, wie sie bei Kupfer oft entstehen, hier weit weniger oder gar nicht auftreten, so daß die Festigkeit der Schweißnaht sehr groß ist. Als besonders günstig erweist sich eine Überlappung bei der Zusammenführung der Drahtenden. Eine solche Schweißstelle zeigt Abb. 1. Die erreichbare Festigkeit der Schweißstelle ist beim Zweistufenverfahren zwar noch größer, jedoch oxydie-

[1]) ETZ 56 (1935) H. 21, S. 579.

[2]) Die bei den Untersuchungen verwendeten Widerstandsdrähte und -bänder wurden uns freundlicherweise zur Verfügung gestellt von den Firmen: Elektro-Heiz- und Widerstands-Gesellschaft m.b.H. Berlin; Heraeus-Vakuum-Schmelze Akt.-Ges., Hanau; Berg- und Hüttenprodukte G.m.b.H. Ludwigshafen.

[3]) S. Fußnote 1

ren bei Chromnickel die Kugeln, die bei der ersten Berührung gebildet werden, so daß häufig bei deren Zusammenführung gar kein oder ein schlechter Kontakt entsteht; gerade in diesem letzten Fall entladen sich die Kondensatoren über den hohen Übergangswiderstand, so daß infolge der geringen Anfangsstromstärke und vergrößerten Zeitkonstante sich alle Zwischenstufen zwischen nur leichtem Ankleben und brauchbarer Verbindung einstellen können, ein Umstand, der die Zuverlässigkeit der Schweißung in Frage stellt.

Versuche mit Chromnickelbändern zeigten gute Ergebnisse. Man führt die Bandenden überlappt aneinander, und zwar so, daß Kontakt möglichst über die ganze Bandbreite gleichzeitig erfolgt; es bildet sich dann eine Schweißwulst, die den Bandquerschnitt verstärkt (Abb. 2).

Die Haltbarkeit der Verbindung hängt davon ab, wie weit sich die Schweißwulst über die ganze Bandbreite erstreckt, und dies ist um so besser möglich, je kleiner das Verhältnis „Bandbreite zu Banddicke" ist.

Weitere Versuchsreihen wurden ausgeführt, um die Güte der Verschweißbarkeit von Widerstandsmaterial mit den Anschlußleitern kennenzulernen. Kupferdraht schweißt man an Chromnickeldraht nach dem Zweistufenverfahren so, daß bei Kugelbildung Kupfer der negative Pol ist, dadurch größere Kugelbildung am Kupfer; nach dem Umpolen werden die Kugeln bei gleicher Spannung verschweißt. Eine solche Schweißstelle zeigt Abb. 3. An

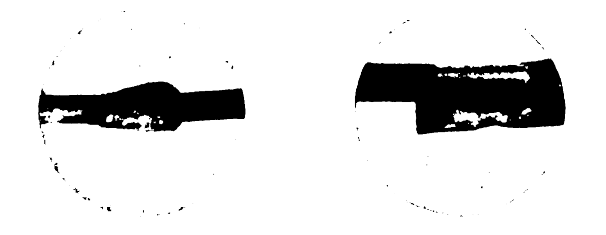


Abb. 3. Kupferdraht an Chromnickeldraht geschweißt (12fach vergrößert).

Abb. 4. Kupferdraht an Chromnickelband geschweißt (12fach vergrößert).

Chromnickelband schweißt man Kupferdraht so, daß er auf einer Länge, die etwa dem zweifachen Drahtdurchmesser entspricht, das Band berührt, um so eine möglichst lange Schweißwulst zu erhalten (Abb. 4). Keinesfalls darf man Draht und Band stumpf aneinander führen und auch nicht so, daß der Draht nur das Band an einer kleinen Stelle berührt, denn hierbei schmilzt ein großer Teil der Breite des Bandes weg, wie die Abb. 5 zeigt. Dadurch wird die Haltbarkeit stark vermindert.



Abb. 5. Verbindung von Kupferdraht und Chromnickelband bei falscher Schweißausführung (12fach vergrößert).



Abb. 6. Schweißung von Megapyrdraht (12fach vergrößert).

Die aufzuwendende Energie entspricht dem für den Kupferdraht richtigen Wert, solange Band- und Kupferquerschnitt nicht zu weit voneinander abweichen und die Bandbreite im Verhältnis zur Dicke nicht zu groß wird. Beim Vergleich von eisenfreiem und eisenhaltigem Chromnickel ist bei Bändern keinerlei Unterschied festzustellen, sowohl hinsichtlich der Festigkeit als auch nach dem Aussehen der Schweißstelle. Bei Drähten dagegen, wo man bestrebt sein muß, das Zweistufenverfahren anzuwenden, ergeben sich Vorteile beim eisenfreien Chromnickel, da sich hier bei der Kugelbildung keine Oxydation zeigt, so daß bei der zweiten Berührung regelmäßig gute Schweißung zu erzielen ist.

Für höhere Temperaturen in den Heizleitern verwendet man hochhitzebeständige Sonderlegierungen. An solchen wurden Megapyr und Kanthal in die Untersuchungen einbezogen. Megapyr (30 % Cr, 5 % Al, 65 % Fe) zeigt ein ähnliches Verhalten wie Kupfer, also ausgesprochene Kugelbildung und Neigung zur Bildung von Einschnürungen. Deshalb ist hier das Zweistufenverfahren angebracht, wie es für Kupfer beschrieben wurde. Als sehr wichtig ergab sich, die Kugeln so zu verschweißen, daß die Schweißwulst in Richtung der Drahtenden liegt, wie Abb. 6 zeigt. Die Kugeln dürfen nicht nebeneinander quer zur Drahtrichtung liegen, so daß die Schweißstelle auf Biegung und Scherung beansprucht wird, wodurch die Festigkeit wesentlich vermindert wird. Bei Megapyr an Kupfer wird nach der ersten Stufe nicht umgepolt, sondern in beiden Stufen ist Kupfer negativ, Megapyr positiv, die Spannungserhöhung bei der zweiten Stufe beträgt nur 5 % der Spannung, die zur Kugelbildung nötig ist.

Ebenso wie bei Megapyr ist auch bei Kanthal (eine Chromkobalt-Aluminium-Eisen-Legierung) das Zweistufenverfahren anzuwenden. Bei Kanthalband waren die Ergebnisse überraschend gut; in vielen Fällen erfolgte die Trennung bei der Zerreißprobe nicht an der Schweißstelle, sondern im ungeschweißten Band. Im Mittel kann man mit 95 bis 100 % Festigkeit rechnen. Für die Art der Schweißung gilt das für Chromnickelbänder Gesagte. Kupferdraht an Kanthalband schweißt man wie an Chromnickelband. Für Kanthaldraht und Kupferdraht gilt das gleiche wie bei Megapyr. Es kommt wesentlich darauf an, daß die Kupferkugel nicht ganz abschmilzt, da sonst Einschnürungen unvermeidlich sind. Bruch tritt immer an der Kugelansatzstelle am Kupfer infolge der Kerbwirkung ein.

Ermittlung der elektrischen Größen für die Schweißung.

Aus vielen Versuchen ergab sich, daß die günstigste Schweißspannung in Abhängigkeit vom Querschnitt im Diagramm Abb. 7 durch eine Gerade dargestellt wird, die die Ordinatenachse bei etwa 40 V schneidet. Je nach dem Werkstoff des zu schweißenden Drahtes ist die Neigung der Geraden verschieden. Will man für gleiche Drahtstärken bei veränderter Kapazität gleiche Schweißungen erzielen, so muß die Entladeenergie $CU^2/2$ gleich bleiben; zwar ändert sich bei gleichbleibender Zeitkonstante der Anfangsstrom, ohne daß dies einen Einfluß auf den Schweißvorgang hat. Die Versuche haben klar gezeigt, daß lediglich *gleiche Energie für gleiche Schweißungen* notwendig ist.

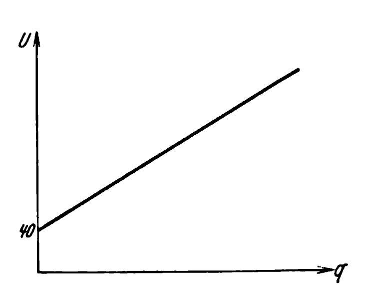


Abb. 7. Verlauf der Schweißspannung in Abhängigkeit vom Drahtquerschnitt.

Aus der Erkenntnis dieser Tatsachen sind folgende Erfahrungsgleichungen aufgestellt worden, die in einfachster Weise aus den gegebenen Werten für alle Fälle sofort die notwendige Schweißspannung und den Entladewiderstand zur Einstellung der Zeitkonstanten zu ermitteln gestatten.

$$U = \frac{(40 + \sqrt{k}\, d^2) \cdot 27{,}8}{\sqrt{C}}; \qquad R = \frac{1000}{C}.$$

Setzt man den Drahtdurchmesser d in mm, die Kapazität C in μF ein und wählt die Größe k, die vom Schmelzpunkt des Materials abhängt, entsprechend, so ergibt sich U in Volt, R in Ohm. k beträgt z. B. für Kupfer $0{,}8 \cdot 10^6$, für Chromnickel, Eisen, Megapyr und Kanthal $1{,}2 \cdot 10^6$.

Bei Schweißung von Drähten verschiedenen Durchmessers setzt man einen mittleren Wert in die Formel ein, bei Schweißung von Drähten an Bändern den Durchmesser des Drahtes. Bei Verbindung von Bändern untereinander gilt für das Verhältnis Breite zu Dicke der normal angewendeten Form ein einem Draht entsprechenden Querschnittes zugeordneter Durchmesser. Hinsichtlich der Konstanten ist zu sagen, daß die Werte für Kupfer einzusetzen sind, wenn Kupfer eines der beiden zu schweißenden Teile ist. Für die Anwendung des Zweistufenverfah-

rens gilt der ermittelte Spannungswert für die Kugelbildung in der ersten Stufe.

Zusammenfassung.

Es besteht die Möglichkeit, mit dem Kondensatorverfahren Heizleiterlegierungen zu schweißen. Die mechanische und elektrische Prüfung der Schweißstellen zeigt deren Güte und beweist die Brauchbarkeit des Verfahrens für die Heizleiterlegierungen Chromnickel, Megapyr und Kanthal in Form von Drähten und Bändern sowohl bei der Verbindung untereinander als auch mit den Anschlußleitern.

Die elektrische Ausrüstung von Unterrichts- und Forschungsstätten.

Von **H. Häder** und **W. Jaekel**, Berlin.

621. 316. 313

Übersicht. Es werden die Grundzüge erörtert, nach denen die elektrischen Verteilungsanlagen in Schulen und Forschungsinstituten errichtet werden sollen, damit die elektrische Einrichtung den höchsten Gebrauchswert erhält. Im einzelnen wird die Anordnung der Räume besprochen, die Ausstattung mit den nötigen Maschinen und Schalttafeln sowie der Aufbau des Leitungsnetzes.

Allgemeines. — Eine zweckmäßige elektrische Ausrüstung ist für Schulen und Forschungsinstitute, die auf dem Gebiet der Technik und Naturwissenschaften arbeiten, eine wichtige Voraussetzung für die erfolgreiche Betätigung. In Unterrichtsstätten — Volks- und Aufbauschulen, Hochschulen usw. — kann eine gut durchdachte elektrische Experimentieranlage in hohem Maße dazu beitragen, daß das Lehrziel in der zur Verfügung stehenden, häufig sehr kurz bemessenen Zeit wirklich erreicht wird, indem sie dazu verhilft, beim Aufbau von Versuchsanordnungen beträchtliche Zeit zu sparen und diese dem Unterricht zugute kommen zu lassen. Bei richtiger Planung werden ferner Ersparnisse erzielt, weil zum Beispiel Maschinen, teure Instrumente und Batterien an allen Arbeitsplätzen zur Verfügung stehen und nicht doppelt beschafft werden müssen. Daß die Unterrichtsziele beim Vorhandensein einer guten Experimentieranlage weit besser erreicht werden können, gilt vor allem für solche Schulen, die ihre Schüler für eine berufliche Betätigung in der Elektrotechnik, im Maschinenbau, im Hüttenwesen usw. vorbereiten. Haben die Schüler nämlich schon während ihrer Ausbildungszeit Gelegenheit, alle die Einrichtungen kennenzulernen, denen sie später in der Praxis begegnen, so bedeutet das einen wesentlichen Vorteil für das Fortkommen im Beruf. In Forschungsinstituten erleichtert eine zweckmäßige elektrische Anlage den übersichtlichen Aufbau von Versuchseinrichtungen; dabei ist auch zu erreichen, daß an mehreren räumlich voneinander entfernten Arbeitsplätzen Hand in Hand gearbeitet werden kann.

Anordnung und Umfang der elektrischen Ausrüstung. — Anordnung und Umfang der elektrischen Ausrüstung von Unterrichts- und Forschungsstätten richten sich allgemein nach dem Zweck der Anlagen und den zur Verfügung stehenden Mitteln. Beispielsweise muß ein reines Forschungsinstitut, in dem die Art der Arbeiten häufig wechselt, ganz andere Anforderungen an seine Experimentieranlage stellen als eine technische Schule, in der meistens die gleichen oder gleichartige Aufbauten in regelmäßigen Abständen zu wiederholen sind. Auch das Lehrziel ist ausschlaggebend für die elektrische Einrichtung. So z. B. braucht ein Gymnasium, das nur eine allgemeine Einführung in die Naturwissenschaften und die Technik geben soll, eine andere elektrische Ausstattung als eine Berufsschule, Maschinenbauschule oder Hochschule, in denen Unterricht und Forschung vielfach ineinander übergehen.

Als grundsätzlich notwendig ist anzusehen, daß an allen mit elektrischer Energie zu versorgenden Arbeitsplätzen die verschiedenen, jeweils gleichzeitig benötigten Stromarten und Spannungen in ausreichender Konstanz zur Verfügung stehen. Besonderer Wert ist auch darauf zu legen, daß sich die Arbeitsplätze nicht gegenseitig beeinflussen können. Die Art der Verteilung, die Anordnung der Leitungsanlage und ihre Bemessung sind grundverschieden von einer normalen Licht- und Kraftanlage. Es gelten hier besondere Regeln, die sich auf Grund von Erfahrungen im Laboratoriumsbau ergeben haben.

Anordnung der Räume. — Der Maschinenraum soll möglichst zentral gelegen sein. Hierdurch wird die Leitungsanlage verbilligt und ein geringer Spannungsabfall in den Leitungen erzielt. In Schulen ist ein besonderer Maschinenraum nicht notwendig, da es sich hier meist nur um einen einzelnen Maschinensatz handelt, der im Vorbereitungszimmer des Physiksaales oder im Schülerlaboratorium aufgestellt werden kann. Bei der Aufstellung der Maschinen ist vor allem darauf zu achten, daß sich die von ihnen ausgehenden Schwingungen nicht auf das Gebäude übertragen. Werden die Maschinensätze im Kellergeschoß oder nicht unterkellertem Erdgeschoß untergebracht, so werden die Fundamente gewöhnlich bis auf den tragfähig gewachsenen Boden hinuntergeführt und schalldämpfende Zwischenlagen angebracht. Sonst verwendet man Schwingungsdämpfer, die eine dem jeweiligen Gewicht der Maschinen entsprechende Federung haben. Auch kleine Experimentier-Maschinenroste kann man auf diese Weise gegen Schwingungsübertragung isolieren. Der Akkumulatorenraum soll in unmittelbarer Nähe des Maschinenraums liegen, um die Leitungsführung zu vereinfachen und vor allem möglichst kurz zu halten. Bei der Ausstattung dieses Raumes hinsichtlich Säurefestigkeit, Lüftbarkeit usw. sind die sonst üblichen Vorschriften zu berücksichtigen. Meistens ist eine weitgehende Unterteilung der Batterien vorzunehmen, so daß man die Batterieteile in den verschiedensten Schaltkombinationen benutzen kann. Vielfach verwendet man ferngesteuerte Zellenschalter, weil dadurch die Leitungsführung ganz wesentlich vereinfacht wird.



Abb. 1. Röhrenregler zum Feinregeln von Spannungen.

Maschinensätze. — Die Zusammenstellung der Maschinensätze für Schulen und Institute ist den jeweiligen Erfordernissen anzupassen. Da im allgemeinen als Grundstromquelle Drehstromnetze zur Verfügung stehen, muß vor allem Gleichstrom erzeugt werden. Hierfür werden Umformer, bestehend aus Drehstrom-Asynchron- oder Synchronmotoren und Gleichstromgeneratoren verwendet, vielfach in Verbindung mit Batterien. Ist eine

Reserve, die eine Batterie ja darstellt, nicht erforderlich, so benutzt man neuerdings mit Vorteil Röhrenregler, welche die Spannung der Gleichstromgeneratoren auf etwa ± 0,5 ‰ konstant halten (Abb. 1). Weiter werden als Gleichstromquellen auch Quecksilberdampf-Gleichrichter verwendet, die gleichzeitig selbst zur Vorführung dienen können. Je nach der Art der betreffenden Schulen oder Institute werden außerdem noch erforderlich: Niederspannungs-Gleichstromgeneratoren für Röhrenheizung und elektro-analytische Zwecke, Einankerumformer, Hochstrommaschinen für Eich- und Schmelzzwecke, Mittelfrequenz- und Hochfrequenzmaschinen, Gleichstrom-Hochspannungsmaschinen und Hochspannungsgleichrichter. Letztere werden besonders in den Instituten für Fernmeldetechnik benutzt.

Außer den obengenannten, auf Fundamenten fest aufgebauten Umformern wird in Instituten noch eine Reihe ortsveränderlicher Maschinen der verschiedensten Art benötigt. Diese werden in ihrer Größenordnung und Drehzahl möglichst gleich gewählt, um ein leichtes Zusammenstellen zu vollständigen Umformersätzen auf den Maschinenrosten zu gestatten.

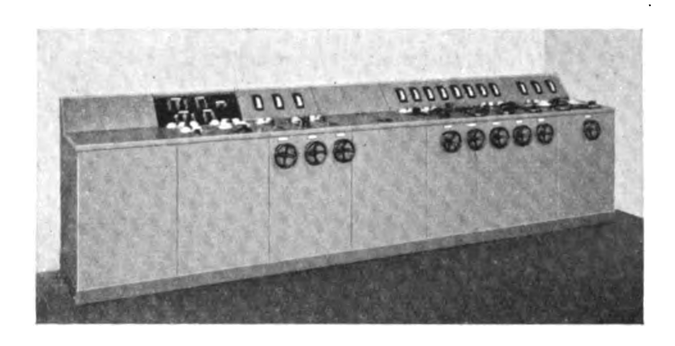


Abb. 2. Schaltpult in einem Institut für Fernmeldetechnik.

B e d i e n u n g s t a f e l n. — Die Bedienungstafeln für die Maschinensätze werden zweckmäßig in deren unmittelbarer Nähe angebracht, um die Maschinen beim Anlassen und Regeln beobachten zu können. Gute Übersichtlichkeit der Bedienungstafel ist ein wichtiges Erfordernis. Genaue Bezeichnung aller Einzelteile erleichtert das Zurechtfinden auf der Tafel. Bei großen Anlagen sieht man für jeden Maschinensatz ein besonderes Schaltfeld vor. Die Meßinstrumente sind meist vielfach umschaltbar, um den weiten Regelbereich der Maschinen mit nur einem Instrument erfassen zu können. Wenn es räumliche Verhältnisse notwendig machen, werden auch Schaltpulte verwendet. Zuweilen vereinigt man auch Schaltpulte mit Schalttafeln, indem man die Anlaßgeräte, die erforderlichen Schalter oder Steuerglieder für Ferneinschaltung und die zugehörigen Meßinstrumente für die Antriebsmotoren in ein Pult einbaut (Abb. 2), während auf den Schalttafeln alles Zubehör für die Bedienung der Generatoren und die Verteilung Platz findet.

V e r t e i l e r. — Die Anordnung und Lage der Wahlverteiler sowie die Leitungsführung zu diesen bedarf besonders eingehender Überlegung. Meistens benutzt man bei größeren oder auch bei Anlagen mittleren Umfanges mit Vorteil Kreuzschienenverteiler. Man geht jetzt immer mehr dazu über, auch in Laboratorien den VDE-Vorschriften gemäß alle stromführenden Teile verdeckt anzubringen, und bringt daher das ganze Kreuzschienensystem, vor Berührung gesichert, auf der Rückseite der Schaltplatten unter. An den Kreuzungsstellen besitzt das Schienensystem genau abgepaßte Kontaktlöcher, entsprechende Bohrungen gehen durch die Schaltplatte hindurch. Die Verbindungen werden durch Doppel-Preßkontaktstöpsel hergestellt, deren Kontaktzylinder durch Drehen des Stöpselgriffes fest an die Kontaktlöcher der Schienen angepreßt werden und dadurch sicheren Kontakt verbürgen. Die Waagerechtschienen erhalten Bezeichnungen der Stromart und Spannung, die Sekundärschienen meist laufende Nummern, die an den Abnahmestellen wiederkehren. Zu jeder Sekundärschiene gehören ein Abschalter und eine Sicherung. Für geringe Stromstärken bis zu etwa 25 A werden noch sog. schnurlose Verteiler hergestellt, die nach dem Grundsatz der Kreuzschienenverteiler aufgebaut sind (Abb. 3 a und b). Das ebenfalls rückseitig angeordnete Schienensystem hat an jeder Kreuzungsstelle ein zweipoliges Kontaktelement. Durch Einführung eines zweipoligen Kurzschlußsteckers wird die Verbindung zwischen Primär- und Sekundärschiene hergestellt.

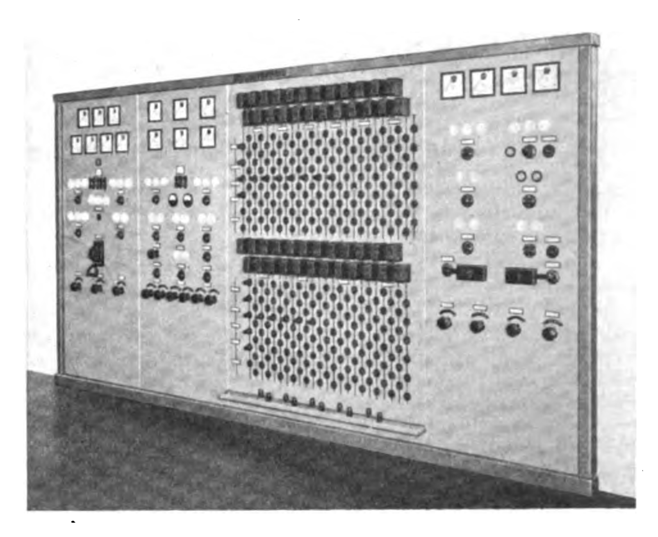


Abb. 3a. Experimentier-Bedienungstafel mit schnurlosem Verteiler. Werkstoff: gespanntes Eisenblech.

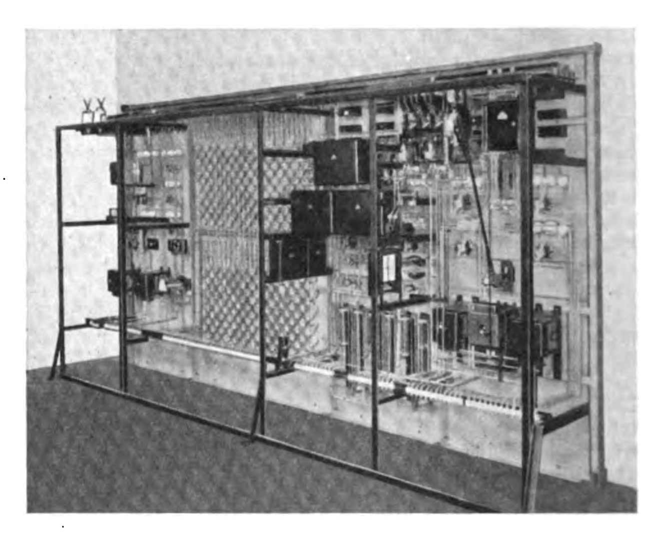


Abb. 3b. Rückseite der Tafel Abb. 3a.

In größeren Instituten mit vielen Arbeitsplätzen sind neben dem Hauptverteiler mitunter noch ein oder mehrere Unterverteiler notwendig. Ihre Schaltung in bezug auf den Hauptverteiler hängt von den jeweiligen Verhältnissen ab. Neben diesen Kreuzschienen- und schnurlosen Verteilern werden noch Schnurverteiler verwendet (Abb. 4). Hierbei werden die Stromquellen zu Kontaktbuchsen geführt, während die zu den Arbeitsplätzen gehenden Leitungen an Kontaktstöpsel angeschlossen sind, die im Ruhezustand auf einem kleinen Tischvorbau ruhen.

L e i t u n g s n e t z. — Als Leitungen werden zweckmäßig Panzeradern oder Bleikabel benutzt; sie werden auf leichten Eisenkonstruktionen festgeschellt oder in Eisenblechwannen, bisweilen auch auf Wandkonsolen verlegt. Die waagerecht verlaufenden Leitungen werden hierbei nicht abgedeckt, während die senkrechten Leitungszüge am besten in abgedeckten Kanälen untergebracht werden. Kreuzungen lassen sich bei sorgfältiger Aufstellung eines Leitungsplanes vermeiden. Als ein wesentlicher Bestandteil der Verteilungsnetze sind in größeren Instituten auch die ihrer außerordentlich vielfachen Verwendungsmöglichkeit wegen notwendigen Meßleitun-

gen anzusehen. Grundsätzlich sind diese so angeordnet, daß von jedem Raum zu einer Zentrale eine Anzahl Leitungen geht, die hier nach Belieben zusammengeschaltet werden können, und zwar entweder an einer Klemmentafel oder an einer fernsprechschrankartigen Einrichtung. Die Meßleitungen brauchen gewöhnlich nur einen kleinen Querschnitt zu haben, doch verlegt man möglichst nicht unter 2,5 mm² Querschnitt. Sollen größere Stromstärken in Sonderfällen über die Meßleitungen gegeben werden, so lassen sich ohne weiteres mehrere Adern parallel schalten. Über eine Meßleitungsanlage lassen sich z. B. oszillographische Messungen vornehmen, ohne daß der Oszillograph transportiert werden muß. Auch Fernsprechverbindungen lassen sich herstellen, wenn mehrere Stellen an einem Versuch arbeiten. Lästige „fliegende“ Leitungen werden bei Vorhandensein von festverlegten Meßleitungen überflüssig.

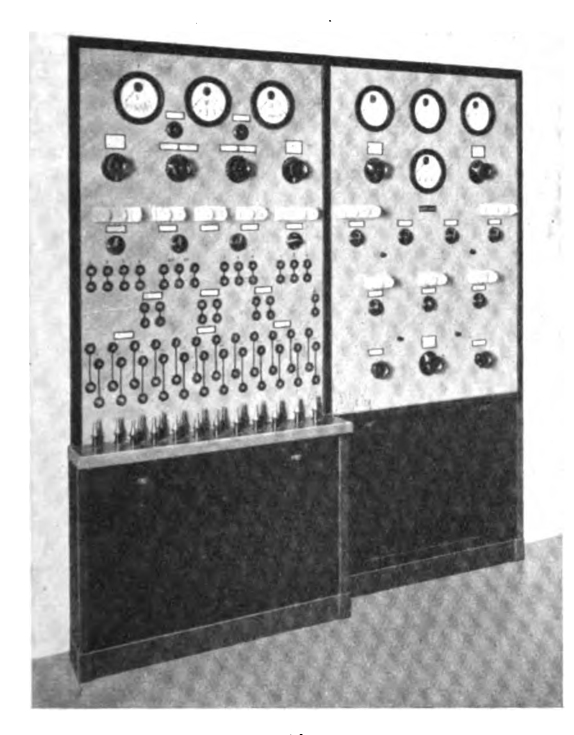


Abb. 4. Schnurverteiler in einer Experimentieranlage.

Abnahmetafeln. — Die Ausstattung der Abnahmetafeln an den Arbeitsplätzen ist ganz verschieden, je nach den Zwecken des Institutes. Sie werden meistens mit einigen festen Spannungen und verschiedenen Wahlspannungen ausgeführt. Die festen Spannungen werden oft so geschaltet, daß man sie, wenn nötig, wechseln kann. Dies geschieht durch Umschaltung an einem besonderen System hinter den Verteilertafeln. Man bezeichnet die betreffenden Leitungen als beschränkt wählbar. Als Werkstoff für die Tafeln wird imprägnierter Marmor, Blech oder auch Schwarzglas verwendet. Das letztere hat sich in chemischen Laboratorien sehr bewährt, da es gegen Säuredämpfe (ausgenommen Flußsäure) unempfindlich ist. Erwähnt sei noch, daß die Anordnung einer kräftigen Erdklemme auf jeder Abnahmetafel zu empfehlen ist. Die Abnahmeschalttafeln werden meistens an der Wand angebracht. In physikalischen Laboratorien befestigt man sie auch an leichten Eisenkonstruktionen, die von der Zimmerdecke herabhängen, so daß man die Experimentieraufbauten im Raum leicht verschieben kann.

Normalschalttafeln. — Für Schulexperimentieranlagen gibt es neuerdings genormte Experimentierschalttafeln, die den Ansprüchen und Erfordernissen aller Schulen in sehr vollkommener Weise gerecht werden und die infolge ihrer Anfertigung in größeren Stückzahlen sehr preiswert sind. Diese Tafeln in Verbindung mit ihren Umformern ermöglichen auch dann die Beschaffung einer brauchbaren Experimentieranlage, wenn verhältnismäßig nur geringe Mittel zur Verfügung stehen. Derartige Einrichtungen gibt es für Gleichstrom, für Drehstrom bzw. Einphasenstrom und für beide Stromarten vereinigt. In den meisten Fällen steht jetzt den Schulen Drehstrom zur Verfügung, so daß die vereinigte Bauart in Betracht kommt. Abb. 5 zeigt eine derartige Tafel der größeren Type. Sie enthält die Bedienungsteile für einen Gleichstromumformer, einen Experimentiertransformator, eine Batterie, ferner einen auf Gleich- und Wechselstrom umschaltbaren Universalregler; der eine Strommesser und der Spannungsmesser sind umschaltbar. Der Strommesser besitzt einen Sonderumschalter, der alle Meßstellen, an denen nicht gemessen wird, selbsttätig kurzschließt. Es kann also in allen Stromkreisen ohne Stromunterbrechung gemessen werden, was bei Vorführungen sehr wichtig ist. Die Zusammengehörigkeit der einzelnen Stromkreise ist durch aufgemalte farbige Striche gekennzeichnet, so daß die Tafeln schnell und sicher auch von weniger Geübten zu bedienen sind. Diese Tafeln werden sowohl aus gespanntem Eisenblech als auch aus Marmor hergestellt. Sämtliche Schaltteile sind verdeckt eingebaut. Besonders ist zu betonen, daß die Ausführung in allen Teilen vollkommen den VDE-Vorschriften entspricht. Der eingebaute Universalregler ist als Vorwiderstand, als Spannungsteiler oder in Sonderschaltung für Induktorbetrieb zu benutzen. Eine am unteren Rand befindliche Klemmenreihe gestattet es, verschiedene Stromarten an die Abnahmeklemmen des Experimentiertisches zu schalten.

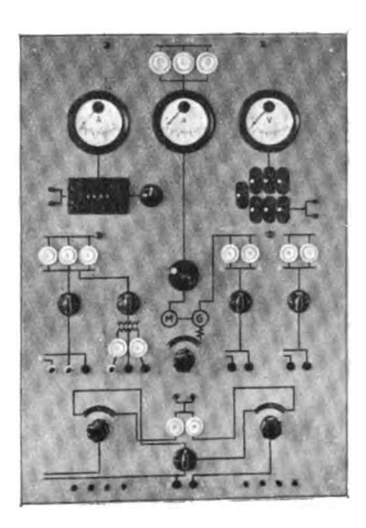


Abb. 5. Normal-Experimentierschalttafel für Schulen.

Allgemeine Ausrüstung. — Zu behandeln bliebe noch die Ausrüstung von Unterrichts- und Forschungsstätten mit den notwendigen ortsveränderlichen Maschinen, Geräten und Instrumenten. Die Maschinen versieht man vielfach mit zwei Wellenstümpfen, von denen der eine eine Kupplungshälfte erhält, der andere dagegen eine Riemenscheibe. Auf diese Weise ist es möglich, Maschinen unmittelbar zu kuppeln, weiter aber auch im Unterricht Maschinen durch Riementrieb zu verbinden. Man wählt hierbei für Vorführungszwecke normale Maschinentypen, wie sie in der Praxis wirklich Verwendung finden. Zur Geräteausrüstung der hier behandelten Institute gehören insbesondere Anlasser, Regler, Regeltranformatoren, fahrbare Widerstände, Schiebewiderstände, Sicherungen, Schalter, Meßinstrumente usw. Von den vorgenannten Einzelteilen werden zweckmäßig die kleineren auf Einsatzbretter gebaut. Diese Bretter können dann nach Belieben auf entsprechenden Schaltwänden, die an sog. Normaltischen zu befestigen sind, zu ganzen Schaltungen vereinigt werden. Auch an den Wänden angebrachte Leisten ermöglichen ähnliche Zusammenstellungen. Gleichzeitig erleichtern die Einsatzbretter die Aufbewahrung von Instrumenten in verschlossenen Schränken.

Wie aus diesen Ausführungen hervorgeht, sind bei der Planung und bei der Ausführung der elektrischen Einrichtungen von Unterrichts- und Forschungsstätten die verschiedensten Gesichtspunkte zu berücksichtigen, weil elektrische Experimentieranlagen gemäß ihrer Natur im engsten Zusammenhang mit den übrigen Einrichtungen stehen. Damit daher ein solches Institut nach seiner Fertigstellung allen Ansprüchen voll genügt, empfiehlt sich eine frühzeitige Verständigung zwischen dem Architekten und der den elektrischen und gegebenenfalls auch den übrigen Experimentierteil ausführenden Firma. Denn nur auf diese Weise ist es möglich, vorliegende Erfahrungen auf dem Gesamtgebiet der Experimentier- und sonstigen Inneneinrichtungen von Schulen und wissenschaftlichen Instituten wirklich nutzbringend zu verwerten. Erfolgt eine solche Zusammenarbeit schon bei der Festlegung der Hochbaupläne selbst, so ergeben sich, wie

die Erfahrungen immer wieder gezeigt haben, vor allem nicht unwesentliche Ersparnisse, die den Gesamtbaukosten zugute kommen. Ferner wird naturgemäß nicht nur das Aussehen gehoben, sondern auch das spätere Arbeiten in einer frühzeitig nach einheitlichen Gesichtspunkten durchdachten Anlage beträchtlich erleichtert.

Zusammenfassung.

Da bei fast allen Versuchen und Vorführungen in Schulen und Forschungsinstituten elektrischer Strom der verschiedensten Stromarten und Spannungen benötigt wird, empfiehlt es sich, die nötigen Einrichtungen und Leitungen rechtzeitig in den Bauplan einzubeziehen. Man erreicht dadurch, daß die Anlagen wirtschaftlich erstellt werden und den Bedürfnissen der Benutzer genügen. Es wurde gezeigt, wie weitgehend solche Anlagen bei den verschiedenen Arten von Unterrichts- und Forschungsstätten auszubauen sind. Die vorliegenden großen Erfahrungen ermöglichen es meistens, mit genormten Einzelteilen die verschiedensten Anlagen zu erstellen.

Ein Lichtton-Wiedergabegerät.

681. 8 : 621. 383

Trotz des in den letzten Jahren zu beobachtenden sinkenden Plattenabsatzes hat neuerdings das Lichtton-Wiedergabegerät erheblich an Bedeutung gewonnen, so daß sogar vor kurzem die Gefahr der Gründung eines in ausländischem Besitz befindlichen Monopols bezüglich der Herstellung dieser Geräte, der Programmherstellung und des Vertriebes bestand. Auf die einzelnen mehr oder weniger voneinander abweichenden Ausführungsmöglichkeiten, die bisher für diese Zwecke bekannt geworden sind und die sämtlich auf den grundlegenden Anordnungen von Ruhmer und Seibt sowie von Vogt, Engl und Massolle beruhen[1]), soll hier nicht eingegangen werden. Es sei nur erwähnt, daß Vorteile und Anwendungsgebiete die Schallplattenwiedergabe übertreffen und daß für Werbung und Unterricht, aber auch für ernste und Tanzmusik usw. das Lichtton-Wiedergabegerät die vielseitigen Anforderungen zu befriedigen in der Lage ist, in der Hauptsache aus dem Grunde, weil pausenlos, ohne Plattenwechsel oder Einsetzen neuer Abtastnadeln eine innerhalb gewisser Grenzen beliebig lange (beispielsweise bis zu einer Stunde oder darüber) Wiedergabedauer bei gutem Klangbild möglich ist.

Während bei den Lichttongeräten von Nublat, Mihaly und anderen, die zwar z. T. eine gute Tonwiedergabe auch während längerer Zeiträume erzielen lassen, recht hochwertige und damit auch entsprechend teure Abtastvorrichtungen, insbesondere Photozellen, verwendet werden, die ähnlich wie beim Tonfilm einen ausreichenden Vorverstärker benötigen und daher wohl kaum für den Nichtfachmann und Rundfunkhörer geeignet sind, hat M. Arndt bei seinem Lichtton-Wiedergabegerät, dessen Ansicht Abb. 1 in Betriebsstellung zeigt, einen grundsätzlich anderen Weg eingeschlagen: An Stelle der infolge der erforderlichen guten Ausführung nicht ganz billigen Spaltoptik verwendet er die in der Mitte der Abbildung vorn erkennbare kleine Beleuchtungslampe, welche, aus dem Netzanschluß gespeist, einen durch eine billige Linse schwach gebündelten Lichtfleck auf den Filmstreifen wirft, der über eine Spannvorrichtung von der einen auf die andere Rolle aufgewickelt wird. Hinter der Mitte des Filmstreifens ist eine kleine Grenzschichtzelle angeordnet, welche eine verhältnismäßig hohe Spannung in der Größenordnung derjenigen eines elektrischen Tonabnehmers liefert und die ausreicht, ohne Vorverstärker einen Rundfunkempfänger durchzusteuern. Um das Gerät auch für große Lautstärken, beispielsweise zur Beherrschung von größeren Räumen oder bei Darbietungen im Freien nutzbar zu machen, ist die in der Abbildung wiedergegebene Ausführung mit einer Verstärkerstufe (rechts hinten) versehen. Die in der Abbildung links vorn erkennbare Röhre dient lediglich zur Gleichrichtung des Verstärkerteils. Unterhalb der oberen Abdeckplatte ist der Wechselstrom-Antriebsmotor befestigt, welcher den Ablauf des Tonträgerstreifens von der einen Rolle auf die andere vermittelt. Der Motor ist umkehrbar, so daß mit der Anordnung sowohl Tonaufzeichnungsbänder mit mehreren gegenseitig gerichteten Tonspuren als auch endlose Bänder mit mehreren Tonspuren abgespielt werden können.

[1]) ETZ 43 (1922) S. 1305.

Beim Arndtschen Lichtton-Wiedergabegerät fällt, wie gesagt, die Spaltoptik fort, da die Sperrschichtzelle selbst deren Aufgabe übernimmt und gleichsam linienförmig den vor ihr vorbeigeführten Filmstreifen abtastet. Das wird dadurch erreicht, daß die Schichtrichtung der sehr kleinen Kupferoxydulzelle in Richtung des Lichtstrahls liegt, also die lichtempfindliche Schicht seitlich vom Lichtstrahl getroffen wird. Die Tonspur kann daher in Amplituden- oder was im allgemeinen in Betracht kommen wird, in Intensi-



Abb. 1. Lichtton-Wiedergabegerät nach Arndt.

tätsschrift ausgeführt sein. Infolge des verhältnismäßig guten Wirkungsgrades der von Arndt verwendeten Sperrschichtzelle liegt die an den nachfolgenden Verstärker abzugebende Spannung so hoch, daß sie auch bei geringer Höhe der Tonspur für den nachgeschalteten Verstärker ausreicht. Dieses ist wesentlich einerseits, um bei der erforderlichen Fördergeschwindigkeit das aufgezeichnete Tonfrequenzband möglichst voll zu erfassen und wiederzugeben und anderseits, um mehrere Tonspuren nebeneinander auf den Tonträger aufzuzeichnen. Hervorzuheben ist hierbei, daß es bei dieser Ausführung nicht notwendig ist, auf eine fast mathematisch genaue Einhaltung des Ablaufvorganges vor der Zelle zu achten. Dieses ist nicht nur aus dem Grunde wichtig, um an Kosten bei der Herstellung des Wiedergabegerätes zu sparen, sondern auch, weil der Film mehr oder weniger hygroskopisch ist und bei größeren zeitlichen Veränderungen Fehler in der Wiedergabe entstehen können, die beim Arndtschen Gerät vermieden sind. Die Ausführung konnte daher verhältnismäßig robust und so leicht bedienbar gestaltet werden, daß auch der Nichtfachkundige zurechtkommt bzw. das Gerät auch im Freien, in Lagern usw., also unter verhältnismäßig ungünstigen Bedingungen benutzt werden kann.

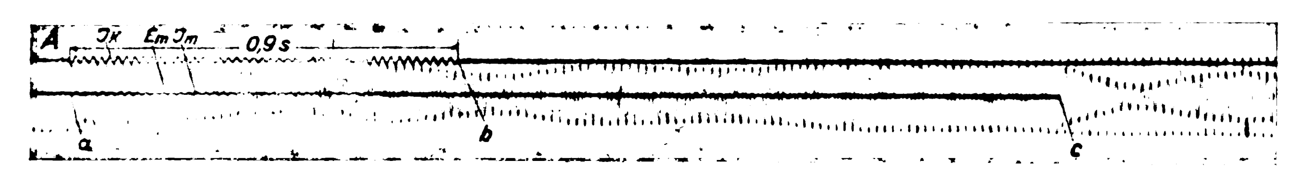
E. Nesper, Berlin.



RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 316. 925. 45. 001. 4 : 621. 315. 2 **Kurzschlußversuche im 3 kV-Kabelnetz des Städtischen Elektrizitätswerkes Erfurt.** — Vom Großkraftwerk (GKW) Erfurt geht ein 3 kV-Netz ab, das dem Niederspannungsnetz des Elektrizitätswerks überlagert ist und zugleich mit einem Unterwerk und mit dem Kraftwerk Böhlen in Verbindung steht. Die bisher in diesem Netz eingebauten unabhängigen Überstrom-Zeitrelais zeigten verschiedene Nachteile: Durch die feste Staffelzeit wurden die Schalter im GKW Erfurt zu langsam ausgelöst; es bestand durch die langen Abschaltzeiten im 3 kV-Netz ferner die Gefahr des Außertrittfallens des gesamten Hochspannungsnetzes, zu dem noch das 50- bzw. 100 kV-Netz der Thüringenwerk AG. gehören. Außerdem war es notwendig geworden, die vom Kraftwerk abgehenden Kabel ohne Rücksicht auf den Schaltzustand in beliebigen Verbindungen verwenden zu können. Aus diesen Gründen wurden alle vom GKW Erfurt zum Unterwerk führenden Kabel beiderseitig mit Selektivrelais ausgerüstet, die nach dem Impedanzprinzip aufgebaut sind und mit stetiger Charakteristik arbeiten; der Anstieg dieses Relais im GKW wurde so gewählt, daß die Auslösezeit von etwa 0,5 bis 1,0 s mit der Entfernung vom GKW anstieg. Der in dem Unterwerk untergebrachte Teil des Relais sollte dagegen in erster Linie richtungsempfindlich arbeiten und das Kabel möglichst schnell von der rückseitigen Speisung abschalten; die Auslösezeit dieser Relais wurde daher durchweg gleichbleibend mit rd. 0,6 s gewählt.



J_K Kurzschlußstrom des Kabels, in dem der künstliche Kurzschluß eingelegt wurde, gemessen im Großkraftwerk Erfurt
E_M verkettete Spannung der 18 000 kVA-Maschine
J_M Kurzschlußstrom der 18 000 kVA-Maschine m Großkraftwerk Erfurt
a Zeitpunkt des Einschaltens des Kurzschlusses
b Zeitpunkt des Verschwindens des Kurzschlusses
c Zeitpunkt des Öffnens des Stromwandlers, der zum Schutze der Meßschleife bis zum Abklingen des Stoßkurzschlußstromes kurzgeschlossen war

Abb. 1. Versuchsoszillogramm zur Messung des Stromes der 18 000 kVA-Maschine im GKW Erfurt.

An den Kurzschlußversuchen beteiligte sich außer dem GKW Erfurt noch das GKW Böhlen mit einer 27 500 kVA-Maschine über Umspanner; ferner war die Thüringenwerk AG. angeschlossen. Als Vorbelastung wurden die Städte Apolda und Weimar gespeist. Die Kurzschlußstelle wurde über ein kurzes, zusätzliches Kabelstück dicht vor das Unterwerk gelegt. Die Auslösezeiten der Selektivrelais wurden sowohl in Erfurt als auch in dem Unterwerk mit Synchronuhren gemessen; außerdem wurden zur Prüfung der Messungen im GKW Erfurt oszillographische Aufnahmen des Kurzschlußstromes gemacht. Um die Ausgleichsvorgänge zwischen den beiden Kraftwerken prüfen zu können, wurden mit Hilfe von zwei weiteren Schleifen am Oszillographen Strom und Spannung der beteiligten 18 000 kVA-Maschine in Erfurt aufgenommen. Im dazugehörigen Umspannwerk Jena gestattete ein auf der 50 kV-Seite eingesetzter Störungsschreiber für Strom- und Spannungsmessungen die Überwachung der Pendelungen; da die Frequenzen beider Kraftwerke unabhängig voneinander waren, mußte auch nach Abtrennung des Fehlers mit kurzschlußartigen Strömen gerechnet werden.

Versuch 1 (Abb. 1): Zwei Enden des Versuchskabels wurden durch einen dünnen Draht überbrückt; wegen des zu geringen Abstandes der Adern entwickelte sich der zunächst zweipolig gedachte Kurzschluß zu einem dreipoligen. Der Fehler wurde innerhalb 0,55 s in dem Unterwerk abgeschaltet. Die Relais im GKW Erfurt lösten nicht aus, weil nach 0,9 s der Lichtbogen von selbst verlöschte. Das Oszillogramm zeigt einen vollkommen harmlosen Verlauf der Störung; nach fünf Pendelungen klang der Ausgleichvorgang mit zwei leichten Schwankungen innerhalb 2 s ab. Bis zum völligen Synchronismus sind insgesamt 4,5 s verstrichen. Die beiden Kraftwerke haben offensichtlich die Phasenopposition durchlaufen; die rasche Abschaltung der Störung hat jedoch ein Außertrittfallen verhindert.

Bei dem Versuch 2 wurde die — diesmal zweipolige — kranke Strecke wieder in dem Unterwerk innerhalb 0,62 s abgetrennt; auch jetzt sprachen die Relais in Erfurt nicht an, weil der Lichtbogen durch die plötzliche Unterbrechung der Leistungszufuhr von einer Seite verschwand. Eine einzige Pendelung wurde verzeichnet, an die sich ein praktisch schwingungsfreier Ausgleich von etwa 4,5 s anschließt.

Zum Versuch 3 wurden zwei Phasen des Versuchskabels durch ein Kupferseil von 16 mm² Querschnitt verbunden. Der Kurzschluß wurde in dem Unterwerk innerhalb 0,6 s abgeschaltet; in Erfurt erfolgte jetzt die Auslösung in 1,13 s. Auch in diesem Falle sind kaum Pendelungen der Kraftwerke zu beobachten; nach einem einzigen Stromstoß war der Synchronismus wiederhergestellt.

Bei einem weiteren Versuch 4 wurde das Kabel durch Kreuzlöcher angeschlagen, durch die dünne Drähte gezogen wurden. Die Abschaltung erfolgte innerhalb 0,55 s, ohne daß die Relais in Erfurt ansprachen. Das Oszillogramm zeigt fünf kräftige und zwei schwächere Strompendelungen; die Ausgleichsvorgänge sind innerhalb 4,5 s verschwunden. Obwohl etwa dreimal Phasenopposition erreicht wurde, haben sich die Kraftwerke wieder gefangen; dieses günstige Ergebnis ist auf die rasche Abschaltung zurückzuführen.

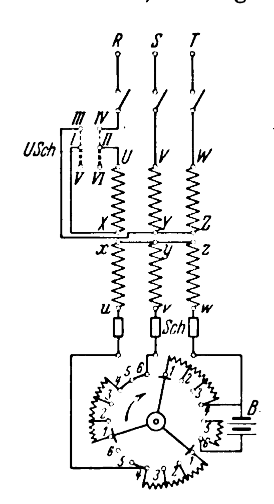
Auch ein fünfter Versuch bestätigte die guten Ergebnisse der ersten vier. Es kam bei allen Versuchen vornehmlich darauf an, die verschiedenen Zusammenhänge festzulegen. Die Ergebnisse haben eindeutig bewiesen, daß durch den in die Parallelkabel eingebauten Selektivschutz das Ziel einer selektiven Abtrennung der kranken Kabelstrecke erreicht ist und daß durch die kurzen Abschaltzeiten störende Auswirkungen auf die angeschlossenen Speisenetze verhindert werden. Obwohl bei den metallischen Kurzschlüssen kurz vor dem Unterwerk die Spannung praktisch auf den Nullwert sinken mußte, zeigten die Relais eine zuverlässige Richtungsempfindlichkeit; die verschwindend kleine Restspannung genügte, um eine sichere Entscheidung für die Sperr- oder Auslösestellung der Relais herbeizuführen. [R. Weiß, AEG-Mitt. (1935) S. 205.] *Sb.*

Elektromaschinenbau.

621. 316. 313. 015 : 621. 317 **Erzeugung einer konstanten Wechselspannung bei schwankender Netzspannung.** — Bei Instrumenteneichung, wo gleichzeitig Anzeigen mehrerer Apparate abzulesen sind, stören Spannungsschwankungen des Netzes, da die Zeiger nicht ruhig stehenbleiben. Eine Lösung des Problems der Erzeugung einer möglichst konstanten Spannung, welche mit einer einzigen Maschine auskommt, ist aus der Abb. 2 ersichtlich. Verwendet wird ein normaler Drehstrommotor mit



Schleifringanker und abgeändertem Anlasser. Beim Anlauf stellt der Umschalter die Verbindungen *I — III* und *II — IV* her, und die dreiarmige Anlassergabel überbrückt die Kontakte *1* der Anlasserphasen. Wird nun die Gabel im Uhrzeigersinne bewegt, so ist der Läufer auf den Kontakten *4* kurzgeschlossen, wie beim normalen Betrieb. Wird nun auf Kontakt *5* weitergeschaltet, erhält der Läufer aus der passend gewählten Batterie *B* über den Widerstand *5* bis *6* der Anlasserphase *wz* Gleichstrom und kommt in Synchronismus. Die Vorschaltung des Widerstandes ist erforderlich, um einen Batteriekurzschluß beim Übergang von Kontakt *4* auf *5* zu verhindern. In Stellung *6* ist dieser Schutzwiderstand ausgeschaltet und die Läuferphase *ux* unterbrochen. Wird nun die Verbindung der Ständerphase *UX* mit dem Netz gelöst, d. h. der Umschalter auf *I—V*, *II—VI* geschaltet, so kann den Punkten *V—VI* eine Spannung entnommen werden, deren Wert hauptsächlich von der Gleichstromerregung und dem Widerstand des Belastungsstromkreises abhängig ist, von der Netzspannung jedoch sehr wenig beeinflußt wird. Ein normaler 3,5 PS-Motor ergab bei 6 V, 12 A Gleichstromerregung und Belastung auf konstanten Widerstand bei



R, S, T	Netz
UX, VY, WZ	Ständerwicklung
USch	zweipoliger Umschalter
ux, vy wz	Läuferwicklung
Sch	Schleifringe
1—6	Anlasserkontakte
B	Gleichstromquelle

Abb. 2. Schaltung zur Erzeugung konstanter Spannung.

50 Hz, 1500 U/min und 203 V Netzspannung in der abgetrennten Ständerphase 108 V, 3,2 A. Wurde die Netzspannung um 41 % auf 285 V erhöht, wuchs die Spannung der abgetrennten Phase um 4,6 % auf 113 V. Die Schaltung ist auch bei Einphasenstrom verwendbar: Ständerphase *UX* wird beim Anlassen über eine Drosselspule mit dem Netz verbunden und als Hilfsphase benutzt, nach beendigtem Anlauf aber auf den Belastungsstromkreis umgeschaltet. P. Boros, Budapest.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 785 **Prüfungen und Beglaubigungen.** — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 383[1]).

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, ist die folgende Elektrizitätszählerform zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ihr das beigesetzte Systemzeichen zuerteilt worden.

System 187, die Form DK4, Induktionszähler für Drehstrom mit und ohne Nulleiter, hergestellt von der **Elektrizitätszählerfabrik Mierisch & Co., G. m. b. H.** in Berlin.

Berlin-Charlottenburg, den 13. April 1935.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
I. V.: Kösters."

Beschreibung[2]).

1. Meßbereiche. — Die Zähler der Form DK4 dienen zur Messung der verbrauchten elektrischen Energie in Drehstromanlagen mit und ohne Nulleiter bei beliebig verteilter Belastung und bei beliebigen Phasenverschiebungen. Sie können für Nennstromstärken von 3 bis 50 A, für Nennspannungen bis 550 V (verkettet) und für die Nennfrequenz 50 Hz beglaubigt werden.

2. Wirkungsweise. — Die Zähler bestehen aus drei übereinander angeordneten Induktionsmotoren, die in ihrem Aufbau dem Triebsystem der durch die Bekanntmachung 342[1]) vom 24. August 1933 zur Beglaubigung zugelassenen Wechselstromzähler der Form Wki des Systems 156 entsprechen.

3. Eigenschaften. — Das Drehmoment der untersuchten Zähler betrug bei Nennlast etwa 11,7 bis 13,2 cmg. Der Anlauf der Zähler bei induktionsloser Belastung erfolgte bei etwa 0,3 bis 0,4 % des Nennstromes. Der Eigenverbrauch in den Spannungskreisen betrug bei 127/220 V und bei 320/550 V Nennspannung etwa 3 × 0,63 W. Der Eigenverbrauch in den Hauptstromkreisen belief sich bei 5 A Nennstromstärke auf etwa 3 × 0,46 W und bei 50 A Nennstromstärke auf etwa 3 × 2,05 W.

[1]) Reichsministerialblatt 1935, S. 517.
[2]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 383. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.

621. 317 : 623. 5 **Zur Messung von Geschoßgeschwindigkeiten und deren Schwankungen.** — Bei den elektrischen Verfahren zur Messung der Geschoßgeschwindigkeit ist entweder der zeitliche Abstand zwischen zwei Spannungsstößen oder die Dauer eines einzigen Spannungsstoßes zu messen. Die Spannungsstöße können dabei je nach dem bei der Ankopplung verwendeten Hilfsmittel (galv. Kontakt, Induktionsspule, Kapazität, Kerrzelle, Photozelle usw.) verschiedenartige Form haben. Die Aufgabe kann in allen diesen Fällen entweder die Messung der Geschoßgeschwindigkeit selbst oder die Messung ihrer Schwankungen sein.

Bei den bekannten Galvanometer- oder Elektrometerverfahren wird man heute die Spannungsmessung mit Rohrvoltmeter ausführen. In vielen Fällen kann oder muß der Widerstand bei diesen Verfahren, wie bereits von W. Büge für andere Zwecke angegeben, durch eine Röhre ersetzt werden. Man kann die Geschoßgeschwindigkeit auch mit Hilfe des von v. Engel und Steenbeck und unabhängig von J. M. Dodds und W. Fucks angegebenen Zeitdehners messen. Es wird nach einer ersten Schaltung die Messung der Geschoßgeschwindigkeit mit einem sehr allgemein anwendbaren zweistufigen Zeitdehner durchgeführt. Mit Hilfe dieses Geräts wird die sehr kurze Zeit, die das Geschoß zum Durchlaufen einer Meßstrecke braucht, auf eine etwa einmillionmal längere Zeit *T* gedehnt, so daß die Geschoßgeschwindigkeit mit der Stoppuhr gemessen werden kann. Die Wirkungsweise und die Schaltung wird besprochen.

Es wird ferner eine einfachere Schaltung angegeben, bei der die vom Geschoß betätigten „Schalter" selbst mit Widerständen und einem Kondensator zusammen zu einer ersten Zeitdehnung ausgenutzt werden, so daß mit der halben Zahl der vorher verwendeten Röhren die gleiche Dehnung erzielt wird. Die Anwendbarkeit dieser Schaltung ist auf bestimmte Verbindungsmittel von Geschoßbewegung und Meßapparat beschränkt. Bei einer größeren Zahl aufeinanderfolgender Schüsse mit gleicher Munition wird die Anfangsgeschwindigkeit im wesentlichen gleich einem gewissen Wert sein, aber sie wird in bezug auf diesen Wert schwanken. Diese Schwankungen zu messen erfordert eine sehr hohe Meßgenauigkeit. Es erscheint vorteilhaft, die Messung unter Ausscheidung eines konstanten Anteils der Geschoßgeschwindigkeit auf die Schwankungen selbst zu beschränken, womit die Ansprüche an die Meßgenauigkeit reduziert werden. Zwei Verfahren werden angegeben, eine „Verzögerungsschaltung" und ein „Differenzverfahren". Eine mit einem ausgeführten Gerät ausgemessene Empfindlichkeitskurve gibt Auskunft über die erreichbare Meßgenauigkeit. [W. Fucks, Z. techn. Physik 16 (1935) S. 170.] *Sb.*

621. 317. 082. 62 : 629. 12. 07 **Thermoelektrische Messung von Schiffsgeschwindigkeiten.** — A. Égal hatte in früheren Veröffentlichungen[2]) ein Verfahren zur Durchflußmessung von Flüssigkeiten in Rohrleitungen angegeben. Hierbei wird ein kurzes Stück der Rohrleitung von einer thermisch und elektrisch isolierenden Schicht, in die ein Heizdraht eingebettet ist, umgeben. Durch eine Serie von Thermoelementen, deren eine Lötstelle im Wärmeaustausch mit der zu messenden Flüssigkeit steht, und deren andere Lötstelle die Temperatur der geheizten

[1]) ETZ 54 (1933) S. 1144.
[2]) Compt. rend. 197 (1933) S. 910 u. 198 (1934) S. 1134; Génie civ. 54 (1933) S. 482.

Isolierschicht annimmt, wird ein Meßstrom erzeugt, der ein Maß für die von der Heizung an die Flüssigkeit abgegebene Wärme und damit für die Geschwindigkeit der Flüssigkeit ist. Hierbei ist noch nötig, die Temperatur der Flüssigkeit und der umgebenden Luft durch Hilfsthermoelemente zu kompensieren. In einer neueren Notiz überträgt Égal dies Verfahren auf die Messung der Geschwindigkeit von Schiffen, U-Booten und Luftfahrzeugen. Zwei in der Schiffswand etwa 2 m voneinander entfernte Öffnungen von 150 mm Dmr. werden durch eine waagerechte Rohrleitung verbunden, so daß in dieser eine Wasserströmung entsteht, die der Schiffsgeschwindigkeit ungefähr proportional ist (Abb. 3). Im Nebenschluß zu dieser Rohrleitung liegt eine kleinere von 20 mm l. W., in der die nach dem oben angegebenen thermoelektrischen Verfahren gemessene Wassergeschwindigkeit wiederum proportional der Schiffsgeschwindigkeit und daher ein Maß für diese ist.

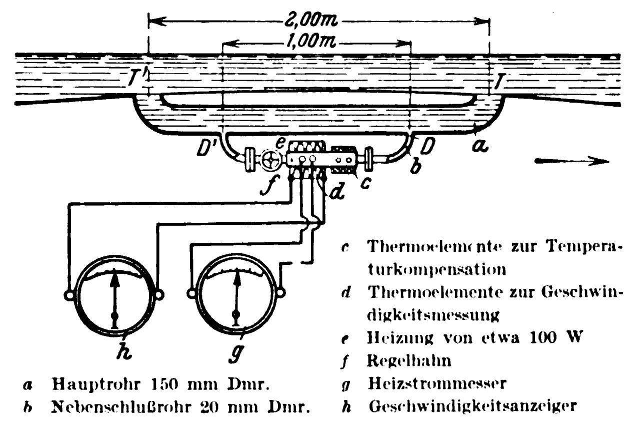


Abb. 3. Geschwindigkeitsmesser an der Bordwand eines Schiffes.

Ob das Verfahren, bei dem der Wärmeübergang von der Flüssigkeit auf die Lötstellen der Thermoelemente in die Messung eingeht, sich praktisch bewähren wird, bleibt abzuwarten. Bei der Messung der Schiffsgeschwindigkeit spielt außerdem noch der Reibungswiderstand in den Meßrohrleitungen und an der Bordwand eine maßgebliche Rolle. Da Wärmeübergang und Reibung von der Sauberkeit der Oberflächen und von den Stoffeigenschaften der Flüssigkeit abhängen, muß trotz der Vorteile, die ein elektrisches Log gegenüber den mechanischen bietet, bezweifelt werden, ob es gelingen wird, dem Verfahren eine allgemeinere Anwendung zu sichern. [A. Égal, Génie civ. 56 (1935) S. 286.] *G. Rp.*

Beleuchtung.

621. 327. 5. 032. 19 : 535. 245 **Die Strahlung der Resonanzlinien der Natriumentladung und die Schaffung einer absoluten Lichteinheit.** — Es wird versucht, als Strahlungsnorm die Strahlung elektrischer Gasentladungen zu benutzen. Besonders aussichtsreich erscheinen Gasentladungen in Natriumdampf bei Beobachtung in dicker Schicht, da eine solche für die zu messenden Resonanzlinien schon als undurchsichtig gelten kann. Die etwa 250 mm langen Entladungsröhren wurden aus einem natriumfesten Borosilikatglas hergestellt; durch das Rohr wird der Länge nach beobachtet. Besondere Schwierigkeiten bot die Herstellung eines sauberen, schlierenfreien Beobachtungsfensters. Dasselbe wurde in die Entladung hinein verlegt, um die D-Linien möglichst selbstumkehrfrei zu erhalten. Als Kathode diente eine Oxydkathode, als Anode ein Nickelbecher, der im seitlichen Ansatz 70 mm vom Beobachtungsfenster entfernt war, um jede Inhomogenität der Entladung in der Beobachtungsrichtung auszuschalten. Heizung der Kathode mit 6 V und 1,6 A; die Röhre selbst brannte an 440 V. Eine sorgfältige Vorbehandlung der Röhre war nötig, da schon Spuren von Verunreinigungen die Leuchtdichte herabsetzen. Als Grundgas diente 0,1 mm Neon. Das ganze Rohr befand sich in einem elektrischen Ofen, der das Natrium enthaltende Ansatz tauchte in ein luftgekühltes besonderes Gefäß, dessen Temperatur durch Thermoelement gemessen wurde. Diese Temperatur bestimmt den Gasdruck in der Röhre; sie lag etwa 30 bis 50° unterhalb der des Rohres. Die Strahlungsmessungen wurden mit einer Selensperrschichtzelle ausgeführt, wobei die ultrarote Ofen- und Natriumstrahlung durch ein $CuSO_4$-Filter absorbiert wurde. Gemessen wurde in dem Dampfdruckgebiet von $2 \cdot 10^{-3}$ bis $1,5 \cdot 10^{-2}$ mm Hg und bei Stromstärken zwischen 0,5 und 1,8 A.

Bei gleichgebauten Röhren stimmte unter gleichen Betriebsbedingungen die Abhängigkeit der relativen Strahlungsintensität vom Dampfdruck auf ± 2 % überein. Da im Druckgebiet von $2,5 \cdot 10^{-3}$ bis $1,3 \cdot 10^{-2}$ mm Hg auch die Unabhängigkeit von der Stromdichte sehr gut verwirklicht ist, braucht auf kleine Ungenauigkeiten bei der Strommessung keine besondere Rücksicht genommen zu werden. Die Messung der absoluten Intensität der D-Linienstrahlung bei 1,5 A und $7 \cdot 10^{-3}$ mm Druck ergab eine Leuchtdichte von 101 HK/cm². Um weiße oder andersfarbige Lichtquellen mit der monochromatisch strahlenden Na-Lampe zu photometrieren, werden Photozellen mit genau bekannter spektraler Empfindlichkeitskurve empfohlen. Durch eine saubere Erfüllung verschiedener technischer Bedingungen wird sich die Genauigkeit noch erhöhen lassen. [H. Schmellenmaier, Z. Physik 93 (1935) S. 705.] *Schb.*

Elektrowärme.

621. 365. 2 : 669. 18 **Der elektrische Ofen im Thomas-Stahlwerk.** — Auf dem Stahlwerk zu Reron hat man im Dezember 1934 einen Héroult-Lichtbogen-Ofen für 20 t Inhalt, der gegebenenfalls bis auf 24 t gesteigert werden kann, in Betrieb genommen. Die Anlage wurde vorgesehen in der Absicht, den in den Konvertern des Thomas-Stahlwerkes vorgefrischten Stahl im elektrischen Ofen fertig zu machen und zu feinen. Schon von Anfang an entsprachen die praktischen Ergebnisse in jeder Hinsicht den Erwartungen. Der Innendurchmesser des neuen Ofens ist 4,8 m. Der mit einem 28 mm dicken Blech umgürtete Herd besitzt zwei einander entgegengesetzte Türen zum Beschicken des Ofens und für den Ausguß außerdem noch eine Hilfstür für die Verfolgung der Ofenarbeit. Die drei Elektroden sind aus Savoie-Acheson-Graphit und haben einen Durchmesser von 350 mm. Das Kippen des Ofens und die Elektrodenregelung vollziehen sich auf hydraulischem Wege. Gespeist wird der Ofen durch Dreiphasenstrom von 5500 V, 50 Hz; durch einen Umformer wird eine Leistung von 3700 kVA erhalten. Der Ofen befindet sich in der Konverterhalle des Thomas-Stahlwerkes; aus Zweckmäßigkeitsgründen wurde seine Arbeitsbühne etwas niedriger gewählt als die Konverterbühne, während sich der Umformer, die Hochspannungsanlagen, die Pumpen für die Lieferung des Druckwassers auf Hüttenflur befinden. [J. Four électr. 44 (1935) S. 173.] *Kp.*

Verkehrstechnik.

621. 33 (063) **50 Jahre Internationaler Verein der Straßenbahnen, Kleinbahnen und öffentlichen Kraftfahrunternehmen.** — Der Internationale Verein der Straßenbahnen, Kleinbahnen und der öffentlichen Kraftfahrunternehmen in Brüssel konnte in diesem Jahre auf 50 Jahre erfolgreicher Tätigkeit als Organ der Europäischen Nahverkehrs- und Kleinbahnunternehmungen zurückblicken. Der Verein, der im Jahre 1885 von dem Oberingenieur der Großen Berliner Pferdeeisenbahngesellschaft Fischer-Dick und dem Vorstandsbevollmächtigten der Brüsseler Straßenbahnen Michelet gegründet wurde, würdigte sein 50jähriges Bestehen am 8. Juli durch eine besondere Feier, die in Brüssel stattfand und unter dem hohen Protektorat S. M. des Königs Leopold III. von Belgien stand.

In einer Reihe von Vorträgen wurde über den neuesten technischen Stand der Entwicklung des Straßen- und Kleinbahnverkehrs berichtet.

W. Benninghoff (Berlin) sprach über: „Nahverkehr und seine neue Organisation in Deutschland" und wies auf die Bedeutung hin, die der Verkehr der Straßenbahnen, Kleinbahnen und öffentlichen Kraftfahrunternehmen im Wirtschaftsleben eines jeden Volkes hat. Der Verkehr steht, wirtschaftlich gesehen, als Güterverkehr, als Mittler zwischen Erzeugung und Verbrauch, und nicht minder bedeutungsvoll ist seine Rolle im öffentlichen und privaten Leben bei der Beförderung von Personen. Es muß daher der Frage des Aufbaues und

der Organisation des Verkehrswesens größte Beachtung zugewendet werden.

Eine Überwachung der Anlage und Linienführung von Verkehrsunternehmungen durch die Regierung ist zu fordern. Die Tätigkeit der mit einer Beaufsichtigung beauftragten Behörden muß in zwei Richtungen gehen: Fördernde Beeinflussung gesunder und Ausschaltung nicht leistungsfähiger Verkehrsbetriebe.

In letzter Zeit ist die Notwendigkeit eines regelnden Eingriffes durch ein weiteres Moment, die Entwicklung des Kraftfahrzeuges, dringend geworden. Der entstandene Wettbewerb darf sich aber nicht zum Kampf auswachsen. Die wirtschaftlich richtige Lösung liegt allein in dem Grundsatz: „Schiene und Straße."

Um den so gekennzeichneten Anforderungen nachzukommen, wurde in Deutschland ein fester Zusammenschluß der nicht reichseigenen Schienenbahnen und der öffentlichen Kraftfahrunternehmungen geschaffen. Im „Reichsverkehrsrat" werden die großen Fragen der Regelung des Verkehrswesens im Reich besprochen und grundlegende Gesetze und Verordnungen im Einvernehmen mit Reichsbahn, Reichspost, See-, und Binnenschiffahrt und Luftverkehr beraten.

W. Benninghoff berichtete dann weiter über die Gesetzgebung und besprach vor allem das „Gesetz über die Beförderung der Personen zu Lande", das wichtige Neuerungen gebracht hat.

Ch. Harmel (Lüttich) hatte die Aufgabe, über die „Fortschritte der Fahrdrahtbusse während der letzten 5 Jahre" zu berichten. H. trat vor allem der gelegentlich aufgestellten Behauptung entgegen, daß sich der Fahrdrahtbus noch im Versuchsstadium befände. Er bildet bereits ein öffentliches Verkehrsmittel, welches so sicher ist und so regelmäßig verkehren kann wie die Straßenbahn und der Autobus.

Für die wichtigsten Länder ergibt sich folgendes Bild des gegenwärtigen Entwicklungsstandes:

In den V. S. Amerika sind 1934 in 26 Betrieben bereits 478 Fahrdrahtbusse in Verwendung gewesen[1]). Beinahe durchweg ersetzte er Straßenbahnlinien, deren Wagenmaterial und Gleisanlagen verbraucht waren. In einigen Fällen war die Reisegeschwindigkeit der Straßenbahn unbefriedigend. Das amerikanische Bestreben geht dahin, zwei Reihenschlußmotoren in Reihen- und Parallelanfahrschaltung zu verwenden. Bemerkenswert ist ein Versuch mit 61 sogenannten „All Service"-Wagen in Newark. Es handelt sich hierbei um gewöhnliche Fahrdrahtbusse mit 2 Kardanmotoren in Reihen- und Parallelanfahrschaltung und mit einem im hinteren Teil des Fahrzeuges untergebrachten Dieselgenerator, der im Falle des Betriebes auf Strecken ohne Fahrleitung den Antriebsstrom liefert.

England zählte 1934 in 34 Betrieben 935 Fahrzeuge. Die letzte Entwicklung des Londoner Verkehrswesens, gekennzeichnet durch die Zusammenfassung der Londoner Betriebsgesellschaften in den „Londoner Passenger Transport Board", hatte besonderen Einfluß auf die Ausdehnung des englischen Fahrdrahtbusses. Die erste Handlung der neuen Verkehrsgesellschaft bestand darin, ungefähr ¼ des Straßenbahnnetzes auf Fahrdrahtbusbetrieb umzustellen. Die Gründe für die Umstellung sind in England ebenso wie in Amerika in erster Linie wirtschaftlicher Natur und zweitens in der Forderung nach höherer Reisegeschwindigkeit zu suchen. Für die allgemeine Bevorzugung spielt hier zur Zeit noch ein dritter, volkswirtschaftlicher Grund mit: Die gegenüber dem Kraftomnibus mögliche Gewinnung der Antriebsenergie aus inländischen Rohstoffen. In bezug auf die technische Durchbildung des Antriebes zieht man in England, im Gegensatz zu der amerikanischen Einstellung, Verbundmotoren (1 Motor je Wagen) mit Stromrückgewinnungsbremsung vor.

Aus Frankreich hatte der Vortragende seit 1932 lediglich über laufende Versuche in Rouen und über einen Pariser Zweikraftomnibus (ähnlich wie in Amerika) zu berichten.

Über Deutschland wurde kurz das berichtet, was in der deutschen Fachliteratur bereits zu finden ist[2]).

In Belgien hat vor allem die Stadt Lüttich durch ihren neugeschaffenen Wagenpark von 36 Fahrdrahtbussen einen interessanten Beitrag zur vorliegenden Frage geliefert. Bemerkenswert sind die Fahrdrahtbusse mit selbsttragender, vollständig geschweißter Metallkarosserie, Verbundmotorantrieb und Stromrückgewinnung. Außerdem laufen hier noch 6 Wagen, die mit einem Vorderantrieb, mit Schnecke, Differential und Kardanübertragung versehen sind. Der Antrieb erfolgt ebenfalls durch einen Verbundmotor.

Abschließend kommt H. zu der Feststellung, daß der Fahrdrahtbus nicht dazu da ist, ein anderes Verkehrsmittel zu ersetzen. Es fällt ihm vielmehr ein bestimmter Aufgabenbereich zu. Für Lütticher Verhältnisse ist der Fahrdrahtbus für eine Verkehrsdichte von 20 bis 5 min am wirtschaftlichsten. Bei einer Verkehrsdichte von 20 bis 30 min ist von Fall zu Fall zu entscheiden, ob der Dieselbus dem Fahrdrahtbus wirtschaftlich überlegen ist, unter 5 min-Betrieb verdient die Straßenbahn den Vorrang.

Aus den Vorträgen über „Die technische Entwicklung des allgemeinen Verkehrs im Laufe der letzten 10 Jahre" sei über den von L. Mackinnon (Glasgow) berichtet, da diese Ausführungen auch für die übrigen Länder allgemein gültig sind.

Nach Ansicht von M. bleibt die Straßenbahn das Verkehrsmittel für große Städte mit Massenbeförderung. Dies gilt auch für das sonst so omnibusfreundliche England. Der Omnibus hat wohl bemerkenswerte Fortschritte gemacht und in einer Reihe von Städten — in der Hauptsache aus örtlich bedingten Gründen — die Straßenbahn ersetzt. Vergleicht man aber die im Mittel je Fahrzeug beförderten Fahrgäste miteinander, so kommt man zu einer in die Augen springenden überlegenen Beteiligung der Straßenbahn am öffentlichen Oberflächenverkehr.

In seinen weiteren Ausführungen betrachtete M. die Entwicklung des Fassungsvermögens und der Fahrgeschwindigkeit der Fahrzeuge. Für mittlere englische Verhältnisse werden Zahlen angegeben, wovon besonders interessiert, daß der spezifische Stromverbrauch (je Wagkm) bei der Straßenbahn in den letzten 10 Jahren um über 25 %, beim Oberleitungsomnibus um 57 % gestiegen ist.

Die bauliche Entwicklung der Fahrzeuge wurde ebenfalls behandelt. Der Antrieb der elektrischen Straßenbahnwagen erfolgt immer noch in der Hauptsache durch 2 Reihenschlußmotoren von 35 bis 50 kW und über ein einfaches Zahnradgetriebe. Stromrückgewinnungsbremsung wurde erst in den letzten Jahren in größerem Umfange eingeführt. Die Mehrzahl der Rückgewinnungsausrüstungen besteht aus 2 Motoren in Reihen- und Parallelanfahrschaltung. Eine Neuerscheinung ist die Verwendung von Doppelkommutatormotoren, die eine Anfahrt in Reihen- und Parallelschaltung über 3 Stufengruppen ermöglichen. Gegenwärtig befindet sich diese Anordnung jedoch noch im Versuchsstadium. Darüber hinaus wurden Versuche mit Schneckengetrieben, federnder Motoraufhängung und elastischen Getrieben durchgeführt. — Die Entwicklung der Wagenkastenkonstruktion ist gekennzeichnet durch weitgehende Anwendung von Leichtlegierungen zum Zwecke der Gewichtsverminderung. Teilweise sind in größerem Umfang ganzmetallische Wagenkästen verwendet worden.

Bei den Fahrdrahtbussen hat man die zweimotorigen Antriebe in Tandemanordnung zum großen Teil verlassen und nur noch einen Motor von 45 bis 60 kW Leistung vorgesehen. Der Gewichtsersparnis beim Bau der Motoren schenkt man die größte Aufmerksamkeit, und zwar durch Verwendung von Asbestisolierung und Leichtlegierungen. Man sieht weiterhin weitgehende Feldschwächung vor. Es ist gegenwärtig üblich, dem Motor bei vollem Feld nur ungefähr die Hälfte der normalen Geschwindigkeit zu geben, wobei die übrigen Geschwindigkeitsstufen durch Feldänderung erzielt werden. Dadurch wird der Stromverbrauch erheblich heruntergesetzt. Die Stromrückgewinnung ist im wesentlich größeren Umfang als bei der Straßenbahn angewendet worden. Der Antrieb erfolgt beim Fahrdrahtbus in der Hauptsache über Kardanwelle und Schneckengetriebe, die Stromabnahme neuerdings durch Gleitschuhe und nicht mehr durch Rollen.

Die Entwicklung der Autobusse ist durch die allgemeine Einführung der Luftreifen und die weitgehende Verbreitung des Dieselmotors gekennzeichnet.

M. Hug (Zürich) gab in einem Bericht: „Die Schienentriebwagen vom Standpunkte der Betriebswirtschaft" eine allgemeine Übersicht über den gegenwärtigen Stand der Triebwagenfrage. Er beschränkte sich auf die ganz leichten Triebwagen, deren

[1]) S. a. ETZ 56 (1935) H. 32, S. 900.
[2]) ETZ 56 (1935) H. 24, S. 673; H. 29, S. 819.



Einführung als eine Maßnahme zur Rationalisierung des Eisenbahnbetriebes aufzufassen ist. Gesichtspunkt hierbei ist, das Totgewicht je geförderter Nutzgewichteinheit zu verringern, damit die Beförderungskosten des Nutzgewichtes auf ein Kleinstmaß beschränkt werden können.

Der Gedanke des Triebwagens ist an sich alt. Ungelöst ist jedoch noch immer die Frage der Auswahl des geeigneten Triebwagentyps und des geeigneten Antriebes. Hauptsächlich sind zu nennen: der Antrieb mit Verbrennungsmotor, die dieselelektrische Übertragung, der Dampfantrieb und der elektrische Antrieb mit Akkumulatoren als Stromquelle. Aus den Vor- und Nachteilen der vorgenannten Antriebsarten glaubt der Vortragende den Schluß ziehen zu müssen, daß die dieselelektrische Übertragung für leichte Triebfahrzeuge nur als Notbehelf anzusehen ist und im allgemeinen nur bei Leistungen von 200 bis 250 PS aufwärts angewendet werden sollte. Bezüglich der Dampftriebwagen ist z. Z. noch nicht das letzte Wort gesprochen. Die Akkumulatorentriebwagen bilden unter gewissen Betriebsbedingungen eine geeignete Lösung. Grundsätzlich muß man billigen Nachtstrom zur Verfügung haben und die Verteilung der Ladestationen auf der Strecke so vorsehen können, daß der Wagenpark bestmöglichst ausgenutzt wird. Begünstigend wirken die Fortschritte, die die Technik des Akkumulatorenbaues der letzten Zeit — besonders bei den alkalischen Akkumulatoren — gemacht hat. Dipl.-Ing. A. H a a s.

Fernmeldetechnik.

621. 396. 611. 21. 001. 5 **Die Bestimmung kennzeichnender Eigenschaften des piezoelektrischen Quarzresonators.** — V a n D y k e beschreibt Versuche, welche er an einem x-geschnittenen Quarzkristall von 67,5 kHz Resonanzfrequenz bei den räumlichen Abmessungen 5 · 40 · 5 mm angestellt hat. Während der letzten Jahre ist eine Bestimmung des logarithmischen Dekrements durch oszillographische Verfahren möglich geworden, indem man den Abklingvorgang der Eigenschwingungen beobachtete. Da sich außerordentlich niedrige Werte ergaben, wurden sie mit einem zweiten, ganz unabhängigen Verfahren, dem bekannten Halbwertverfahren, nachgeprüft. Die Ergebnisse stimmten bis auf wenige Prozent überein. Das Dekrement ergibt sich als lineare Funktion des Druckes des umgebenden Gases, überdies läßt sich zeigen, daß die Energieverluste bei den beiden Gasen Luft und Stickstoff ziemlich genau im Verhältnis der akustischen Strahlungswiderstände stehen. Allerdings wurden dabei die Werte bei normalen Schallfrequenzen für diese ultrahohen Schallfrequenzen übernommen. Die Kristallhalterung bringt bedeutende Zusatzverluste, welche überdies vollkommen unbestimmt sind und die Strahlungsverluste bedeutend übersteigen. Durch dünne chemische Versilberung der Enden und Aufhängung des Quarzes in der Mitte (Knoten) konnten die Halterverluste vermieden werden. Die übliche Grundierung der Kristalloberfläche bringt ebenfalls bedeutende Verluste, welche durch Ätzung beseitigt werden können. Die reziproke Dämpfung $\omega L/R$, die bei guten Schwingkreisen etwa 100 bis 200 beträgt, erreichte bei dem Quarz die folgenden riesigen Werte:

a)	Oberfläche nicht geätzt, Luft unter Normaldruck	25 000
b)	ebenso, aber Stickstoff unter Normaldruck	101 000
c)	ebenso, aber Vakuum unter 0,1 mm	180 000 bis 290 000
d)	geätzte Oberfläche im Vakuum	490 000
e)	ebenso, aber noch mit Rot poliert	580 000.

Die angeführten Werte gelten für kurzgeschlossene Resonatoren mit dünnen Silberelektroden. — Das beschriebene Untersuchungsverfahren gestattet auch die Bestimmung der übrigen Größen der Kristallersatzschaltung. Der piezoelektrische Koeffizient ergab sich zu 52 900 cgs. bei X-Schnitten und Y-Wellen [V a n D y k e, Proc. Inst. Radio Engr. 23 (1935) S. 386.] *Kur.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

621. 315. 613. 017. 1 **Das Isolationsvermögen von Bernstein und Schwefel.** — W. G n a n n untersucht die mechanisch günstigere Preßbernsteinsorte 0—180. Zylinder von 1 cm Dmr. und 1 cm Länge ergeben Widerstände zwischen $5 \cdot 10^{18}$ und $5 \cdot 10^{19}\,\Omega$, während bei der für Isolationszwecke meist benutzten Sorte II—101 diese Widerstände zwischen 10^{19} und $10^{20}\,\Omega$ liegen. Nachwirkungen und Feuchtigkeitsabhängigkeit sind bei beiden Sorten gleich. Sie werden stark vergrößert, wenn die Stücke längs eines Teils ihrer Oberfläche von Metallhülsen umgeben sind. Die Nachwirkungen sind im wesentlichen Volumeneffekte. Sie klingen um so rascher ab, je größer das Verhältnis Länge zu Querschnitt ist. Die Feldinhomogenität eines radialen Feldes hat keinen merklichen Einfluß. Der Widerstand von gegossenem kristallinem Schwefel beträgt für den obigen Einheitszylinder $1{,}6 \cdot 10^{19}\,\Omega$ bei 100 V/cm und $1{,}1 \cdot 10^{18}\,\Omega$ bei 2000 V/cm. Widerstand und Nachwirkungen sind bei Schwefel unabhängig von der Luftfeuchtigkeit. In Fällen, in denen keine Trocknung möglich ist, ist Schwefel also ein sehr geeigneter Isolationsstoff. [W. G n a n n, Physik. Z. 36 (1935) S. 222.] *Br.*

538. 23 **Beiträge zur Gleichung der Hystereseschleife.** — Jene Hystereseschleifen bei schwachen magnetischen Feldern, bei denen jeder Radiusvektor die Schleife in nur einem Punkte schneidet, können in Polarkoordinaten durch die Gleichungen

$$r = \sum_{n=0,2,4,6,\ldots} (A_n \cos n\varphi + B_n \sin n\varphi) = \sum_{n=0,2,4,6,\ldots} C_n \sin (n\varphi + \psi_n)$$

dargestellt werden. Für den Restmagnetismus, die Koerzitivkraft, das Energieprodukt und die Hystereseverluste ergeben sich daraus einfache Gleichungen. Schlankere Schleifen, für die die oben angeschriebenen Reihen weniger gut konvergieren, können durch die Gleichungen

$$r = \Big\{\sum_{n=0,2,4,6,\ldots} (A_n \cos n\varphi + B_n \sin n\varphi)\Big\}^2 = \Big\{\sum_{n=0,2,4,6,\ldots} C_n \sin (n\varphi + \psi_n)\Big\}^2$$

wiedergegeben werden.

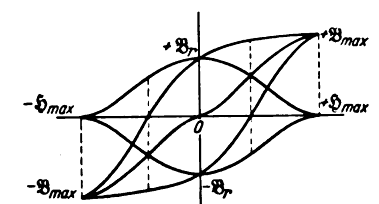


Abb. 4. Hystereseschleife als Überlagerung einer Grundkurve ($\mathfrak{B}_{max}$, 0, $-\mathfrak{B}_{max}$) und einer achsensymmetrischen Kurve ($-\mathfrak{H}_{max}$, $\pm\mathfrak{B}_r$, $+\mathfrak{H}_{max}$).

Zur Darstellung von Hystereseschleifen bei starken Feldern, bei denen Radiusvektoren die Schleife in mehr als einem Punkte schneiden, sind zwei Gleichungen in Polarkoordinaten erforderlich:

$$r = r_{min} + (r_{max} - r_{min}) \sin^2 \alpha ,$$

$$\sin \varphi = \sum_{n=1,3,5,\ldots} (A_n \cos n\alpha + B_n \sin n\alpha) = \sum_{n=1,3,5,\ldots} C_n \sin (n\alpha + \psi_n) .$$

r_{min} bedeutet den kleinsten, r_{max} den größten Radiusvektor. Man berechnet zuerst aus der gegebenen Hystereseschleife nach der ersten Gleichung zu den einzelnen Radiusvektoren die Winkel α und mißt die zu den betreffenden Radiusvektoren gehörigen Winkel φ. Dann trägt man die Werte von $\sin\varphi$ als Ordinaten über den Werten von α als Abszissen auf und erhält auf diese Weise eine periodische Funktion, die durch die Reihen der zweiten Gleichung angeschrieben wurde.

Denkt man sich (Abb. 4) die Hystereseschleife als Überlagerung[1]) einer Grundkurve ($\mathfrak{B}_{max}$, 0, $-\mathfrak{B}_{max}$) und einer zu den Achsen symmetrischen Kurve ($-\mathfrak{H}_{max}$, $\pm\mathfrak{B}_r$, $+\mathfrak{H}_{max}$), so läßt sich als Gleichung der Schleife angeben:

$$\mathfrak{B} = f(\mathfrak{H}) \pm \mathfrak{B}_r \left(1 - \frac{\mathfrak{H}^2}{\mathfrak{H}^2_{max}}\right)^{\frac{2n+1}{2}}$$

wenn für die Grundkurve $f(\mathfrak{H})$ eine der vielen Gleichungen für die Magnetisierungskurve herangezogen wird[2]). [H. S e q u e n z, Arch. Elektrotechn. 29 (1935 H. 6, S. 387.]

Werkstatt und Baustoffe.

621. 386. 1 : 620. 1 **Röntgen-Feinstrukturuntersuchung der Nichteisenmetalle.** — Die Metallkunde ist in den letzten Jahren durch die Röntgen-Feinstruktur-

[1]) J. S c h w a r z, Rev. gén. Électr. 22 (1927) S. 617. Vgl. a. ETZ 48 (1927) S. 1742.

[2]) H. S e q u e n z, Elektrotechn. u. Maschinenb. 49 (1931) S. 1. — J. B e t h e n o d, Bull. Soc. franç. Électr. 4 (1934) S. 742.

untersuchung tiefgehend beeinflußt worden. Am deutlichsten zeigt sich dies vielleicht in den klassischen Gebieten der Metallographie, nämlich der Erforschung des kristallgeometrischen Aufbaues der Metalle und der Legierungen, sowie der Ermittlung von Zustandsschaubildern. Durch umfangreiche röntgenographische Forschungsarbeiten, an denen zahlreiche Wissenschaftler beteiligt sind, ist heute der strukturelle Aufbau fast aller metallischen Elemente und der technisch wichtigsten Legierungen bekannt. Das Röntgenverfahren hat nicht nur über die Richtigkeit oder Unrichtigkeit alter Hypothesen und Vorstellungen endgültig entschieden, sondern überhaupt erst die Grundlagen zu einer systematischen Legierungskunde geschaffen.

Die technisch verwendeten hochwertigen (vergüteten) Werkstoffe befinden sich nicht im thermodynamischen Gleichgewichtszustand, sondern in Übergangs- und Zwischenzuständen. Die genaue Erforschung des Mechanismus der Umwandlungs- und Entmischungsvorgänge in Legierungen ist daher von größter Wichtigkeit, wenn die Schaffung neuer, hochwertiger Werkstoffe nicht weiterhin mehr oder weniger dem Zufall überlassen, sondern exakt wissenschaftlich begründet und systematisch bearbeitet werden soll. Hierzu ist aber das Röntgenverfahren unentbehrlich, und es sind bereits erhebliche Vorarbeiten geleistet, wenn auch alles noch im Fluß und viele Probleme noch ungelöst sind.

Der Verfasser gibt an Hand zahlreicher charakteristischer Beispiele und zweckmäßig ausgewählter Abbildungen einen wirklich umfassenden Überblick über das, was auf diesem Gebiet in den letzten Jahren geleistet worden ist. Wenn er sich im Rahmen dieser Arbeit auf die Nichteisenmetalle beschränkt, so soll damit sicher nicht gesagt sein, daß für die Eisenmetalle die Bedeutung des Röntgenverfahrens etwa von geringerer Bedeutung sei.

Von Wichtigkeit ist zweifellos auch die Eignung des Röntgenverfahrens zum Studium von Verformungen und Rekristallisationsvorgängen. Hier ist jedoch noch sehr viel Forschungsarbeit zu leisten und Beobachtungsmaterial zu sammeln. Zwei neuartige Anwendungen sind erst in den letzten Jahren hinzugekommen, nämlich die für die technische Materialprüfung besonders wichtige röntgenographische Spannungsmessung ohne zerstörenden Eingriff in den Prüfling und die röntgenographische Korrosionsforschung. Die Spannungsmessung beruht darauf, daß die Kristallite entsprechend dem Spannungszustand der untersuchten Stelle elastisch deformiert sind und daher kleine Änderungen des Gitterparameters aufweisen, die durch Präzisionsmessungen an Röntgenogrammen ermittelt werden können. Die Untersuchung des durch Korrosion oberflächlich veränderten Feingefüges mit Röntgenstrahlen hat zu neuen Erkenntnissen über den Korrosionsvorgang und die Schutzwirkung von Zusätzen in Legierungen geführt und wird vielleicht auch hier dazu verhelfen, die Empirie durch wissenschaftlich begründete Systematik zu ersetzen.

Die Arbeit, der ein ausführliches Verzeichnis der wichtigsten, namentlich deutschen Veröffentlichungen auf diesem Gebiet aus den letzten Jahren beigefügt ist, legt überzeugend dar, daß die Röntgen-Feinstrukturuntersuchung nicht nur eine sehr große, wohl allgemein anerkannte Bedeutung in der physikalischen Forschung hat, sondern auch geeignet ist, viele im Betriebslaboratorium vorliegende metallographische Probleme besser als irgendein anderes Verfahren zu lösen. Trotzdem kann keineswegs davon die Rede sein, daß das Verfahren heute schon allgemein eingeführt sei. Um so erfreulicher ist es, daß einige Firmen sich der Entwicklung und Herstellung besonders praktischer und einfach zu bedienender Röntgenapparate und zweckmäßiger Aufnahmekammern angenommen haben, die durch vollständigen Hochspannungs- und Strahlenschutz auch bei Bedienung durch unerfahrene Hilfskräfte ganz ungefährlich sind. Dies wird im letzten Teil der Arbeit unter Beifügung interessanter Abbildungen gezeigt, und es ist nur zu wünschen, daß die Bedeutung des Röntgenverfahrens in der Metallographie in Deutschland bald allgemein erkannt wird, ehe auf diesem, zum großen Teil durch deutsche Forschungsarbeiten erschlossenen Gebiet das Ausland in der praktischen Nutzanwendung einen Vorsprung gewinnt. [W. E. Schmid, Z. Metallkde. 27 (1935) S. 49.] *H. Gf.*

Verschiedenes.

537. 313 : 681. 14 **Durchführung von Rechenaufgaben auf elektrischem Wege.** — Bei physikalischen Messungen gewinnt man die Ergebnisse häufig in Form von Kurven, aus denen die gesuchten Werte durch Produkt- oder Quotientenbildung oder auch durch Integration dieser Produkte gefunden werden müssen. R. Sewig zeigt, wie solche umständlichen und zeitraubenden Rechnungen auf elektrischem Wege — und zwar mit Hilfe von Geräten, wie sie im Laboratorium meist zur Verfügung stehen — erleichtert werden können. Sollen beispielsweise die Produkte einer Reihe von Kurvenablesungen gebildet werden, so kann dies auf folgende Weise geschehen: Zwei Schleifdrähte xy und uv mit den Gleitkontakten z und w sind nach Abb. 5 mit einer Stromquelle, dem Galvanometer G und untereinander verbunden. Der Ausschlag des Galvanometers ist proportional dem Produkt der auf den Schleifdrähten abgegriffenen Abschnitte $u—w$ und $x—z$. Macht man also $u—w = \alpha$ gleich dem einen, $x—z = \beta$ gleich dem zweiten zu multiplizierenden Wert, so kann man am Galvanometer das Produkt aus beiden ablesen. In ähnlicher Weise läßt sich ein Produkt bilden, wenn man den Spannungsabfall $u—w$ der Stromspule und den Spannungsabfall $x—z$ auf dem Schleifdraht der Spannungsspule eines dynamometrischen Wattmeters zuführt. Wird das Wattmeter durch einen Gleichstrom-Wattstundenzähler ersetzt, so ist auch eine Integration dieser Einzelprodukte möglich. — Außer einigen anderen Schaltungsarten und Integrationsmöglichkeiten wird gezeigt, von welchen Faktoren die Genauigkeit dieses elektrischen Rechenverfahrens abhängt und mit welcher Genauigkeit man im gegebenen Fall rechnen darf. [R. Sewig, Z. Instrumentenkde. 55 (1935) S. 34.] *Vg.*

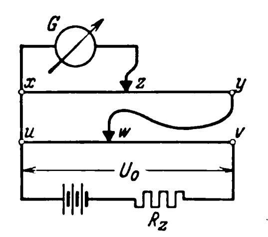


Abb. 5. Schaltung zur Bildung von Produkten auf elektrischem Wege.

AUS LETZTER ZEIT.

Energietagungen in Essen. — Der Gau Essen des Amtes für Technik wird im kommenden Winter im Rahmen der Veranstaltungen des Hauses für Technik drei große Energietagungen abhalten, und zwar

eine Gas- Tagung am 17. und 18. 10. 1935,
„ Elektro- „ „ 16. „ 17. 1. 1936 und
„ Kohle- „ „ 26. „ 27. 3. 1936.

Für die einzelnen Tagungen sind jeweils zwei Tage vorgesehen, und zwar ist der erste Tag für breiteste Kreise sowohl aus Technik und Wirtschaft als auch aller interessierten Volksschichten bestimmt; die Vorträge dieses Tages werden allgemein interessierend und allgemein verständlich sein. Der zweite Tag soll jeweils in erster Linie der wissenschaftlichen Behandlung des Themas vorbehalten bleiben. — Die Tagungen werden von den zuständigen fachwissenschaftlichen Vereinen betreut, die Elektro-Tagung also vom Gau Ruhr-Lippe des VDE.

Schleppflug-Fernsprechanlage. — Beim diesjährigen Rhön-Segelflugwettbewerb ist eine neugeschaffene Schleppflug-Fernsprechanlage zwischen Motorflieger und Segelflieger erprobt worden, die zur unmittelbaren Sprechverständigung beider Piloten bis zum Ausklinken des Schleppseiles dient. Der Fernsprecher arbeitet ohne Verstärker und ist in Leichtmetall ausgeführt. Das Gewicht des Anschlußkästchens mit Batterien beträgt nur 1,2 kg. Das Gewicht des Schleppseiles hat sich trotz eingelegter Sprechleitung nicht nennenswert erhöht. Durch lage- und erschütterungsunempfindliche Mikrophone und Telephone — das Mikrophon des Motorflugzeugführers ist sogar ein Berührungsmikrophon — wird eine einwandfreie Verständigung erreicht. Mikrophon und Telephon sind so in Fliegerkappen eingebaut, daß die Steuertätigkeit und die Sicht nicht behindert sind. Die Steckerverbindungen sind so, daß durch sie der Ausklinkvorgang nicht im geringsten gefährdet werden kann. *Kdn.*

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus. Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631. Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Aus dem Gau Düsseldorf.

Herr Dipl.-Ing. Dunker, Grevenbroich, sprach in der Mitgliederversammlung am 26. 4. 1935 über die „Erzeugung des Aluminiums und seine Verwendung in der Elektrotechnik". Die noch verhältnismäßig junge deutsche Aluminiumerzeugung hat in den letzten Jahren große volkswirtschaftliche Bedeutung errungen. Insbesondere spielt das Leichtmetall als ein Rohstoff, der zu 93 % deutsche Arbeit darstellt, in dem Bestreben zur Erringung der Rohstoffreiheit eine bedeutende Rolle. Im Jahre 1934 trat die deutsche Aluminiumerzeugung mit 38 000 t zum erstenmal an die Spitze der Welterzeugung. Bei den Anwendungsmöglichkeiten des Aluminiums in der Elektrotechnik steht seine Verwendbarkeit im Freileitungsbau an erster Stelle. Sehr wichtig ist, daß zur Verarbeitung von Freileitungsdrähten nur hochreines Hüttenmaterial verwendet wird, ferner muß die Verarbeitung mit großer Sorgfalt und Sauberkeit geschehen, damit die Aluminiumdrähte frei von fremden Metallstaub sind und eine glatte Oberfläche haben. Die Klemmenfrage kann heute als gelöst betrachtet werden, ebenso stehen für die Bekämpfung der Bruchgefahr durch Schwingungen verschiedene Lösungen zur Verfügung.

Gleich vorteilhaft wie im Freileitungsbau läßt sich Aluminium im Schaltanlagenbau für Stromschienen verwenden. Die dynamische und thermische Kurzschlußfestigkeit ist die gleiche wie bei Kupfer, die Erwärmung ist geringer als bei Kupfer. Die Verbrennungsrückstände des Aluminiums sind nichtleitend. Als neuestes Verwendungsgebiet größeren Umfangs tritt die Anwendung des Aluminiums als Leiter für Hochspannungskabel auf. Die bereits erwähnte niedrige Erwärmung des Aluminiums durch Kurzschluß- und durch Dauerströme erweist sich hierbei mit Rücksicht auf die Haltbarkeit der Isolation als ein Vorteil. Von der guten Gießbarkeit des Aluminiums wird in der Elektrotechnik immer mehr Gebrauch gemacht, z. B. für Kurzschlußwicklungen, für Motorengehäuse, Ölschalterdeckel, Verschalungen u. dgl. Besonders vorteilhaft ist hierbei in vielen Fällen die hohe Wärmeleitfähigkeit und das Fehlen magnetischer Eigenschaften. Eine durch ein chemisches oder elektrotechnisches Verfahren auf dem Aluminium erzeugte Oxydschicht (Eloxal; d. h. elektrisch oxydiertes Aluminium) wird in steigendem Maße als Isolator benutzt. Da die Eloxalschicht unverbrennbar ist, gestattet sie eine wesentlich höhere Belastbarkeit der mit ihr isolierten Drähte und den Bau von besonders leichten und hitzebeständigen Magnetspulen.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Fachsitzung

für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken (EVE) am 21. 3. 1935 in der Technischen Hochschule Berlin.

Besprechung des Vortrags*)

des Herrn Dr. Lebrecht:

„Stromrichterbelastung der Hochspannungsnetze".

Vorsitz: Herr Obering. Dr.-Ing. E. Krohne.

Vorsitzender: Meine sehr geehrten Herren Kollegen vom Fach! Ich erfülle zunächst eine Ehrenpflicht.

Am 19. Februar starb, kaum 54 Jahre alt, Herr Dipl.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Martin Rehmer, Vorstandsmitglied der Berliner Kraft- und Licht (BEWAG))-Aktiengesellschaft. Durch seinen Tod verlor die deutsche Elektrizitätswirtschaft einen ihrer großen Männer.

Rehmer, von Geburt Mecklenburger, kam im Jahre 1905 nach vollendetem Studium in die Reichshauptstadt, wo er sich sofort für einen großzügigen Ausbau eines Teiles der Berliner Elektrizitätsversorgung einsetzte. Auf sein tatkräftiges Einwirken hin wurde in den Jahren 1910/11 das Kraftwerk der Gemeinde Steglitz errichtet, das unter seiner Leitung ein für alle Elektrizitätswerke Berlins mustergültiger Betrieb wurde.

Im Frühjahr 1920 wurde er auf Grund seiner vorbildlichen Arbeiten und seiner großen Erfahrungen zu den Berliner Städt. Elektrizitätswerken berufen und 1922 zum Direktor ernannt. Die Aufgaben, die hier seiner harrten, erforderten einen Mann von universellem Überblick und von schnellstem Anpassungsvermögen an die sich rasch verändernden Verhältnisse: auf kaufmännischem Gebiete mußten bei Beendigung der Inflation passende Tarife gefunden werden, in technischer Hinsicht waren, veranlaßt durch den überaus raschen Lastanstieg, gänzlich neue Wege zu beschreiten, der Zusammenschluß der vielen Vororts-Elektrizitätswerke mit den Berliner Städt. Elektrizitätswerken bei Schaffung der Einheitsgemeinde Berlin verlangte eine mehrmalige gründliche Umorganisation. Daß alle diese Aufgaben erfolgreich und richtungweisend gelöst werden konnten, ist vor allem auf seine Fähigkeit, das Wesentliche und Wertvolle selbst bei komplizierten technischen und wirtschaftlichen Problemen schnell zu erkennen und es einfach darzustellen, sowie auf seine Entschlußfreudigkeit zurückzuführen.

Bei der großen Vielseitigkeit der Arbeit Rehmers seien an dieser Stelle nur seine Arbeiten auf elektrotechnischem Gebiete noch einmal gewürdigt.

Im Jahre 1924 begann er mit der Schaffung des großen 30 kV-Kabelnetzes der BEWAG, das das Rückgrat der Berliner Stromversorgung werden sollte. Über dieses Netz schaltete er in einer für Europa einzig dastehenden Weise die große Zahl der Orts- und Fernkraftquellen nach der bekannten „Gruppenschaltung" zusammen. Zur Sicherung dieses Großverbundbetriebes mit etwa 1 Mill kVA Maschinenleistung wurde das Netz mit den neuesten, bis dahin zum Teil noch wenig erprobten technischen Einrichtungen versehen, wie z. B. mit Kurzschlußdrosselspulen, mit schnell arbeitenden Impedanzrelais, mit selektivem Erdschlußschutz, mit Erdschlußstrom-Kompensationseinrichtungen usw. Zur Überwachung dieses Betriebes wurde eine hochwertige Lastverteilungsstelle geschaffen.

Gestützt auf diese sichere Basis trat Rehmer von jeher für eine gesunde Zusammenarbeit zwischen Orts- und Fernkraftwerken, insbesondere mit den Reichs-Elektrowerken, ein. Mit Stolz erfüllte ihn der schließlich erreichte, recht betriebssichere Zusammenschluß der Werke von Oberschlesien über Berlin bis nach Thüringen und die Tatsache, daß größte Betriebe, wie die Berliner S-Bahn und die großen Berliner Industriewerke, an das betriebssichere und wirtschaftlich arbeitende BEWAG-Netz angeschlossen werden konnten.

Aber auch der viel Kleinarbeit erfordernden Lösung der technischen Aufgaben auf der Niederspannungsseite nahm er sich in vorbildlicher Weise an: So wurde unter seiner Führung die Sicherstellung des vorhandenen Gleichstrombetriebes, die Umschaltung von Gleich- auf Drehstrom, die Vermaschung der Drehstrom-Niederspannungsnetze, das Kabelausbrennverfahren, das Zweispannungsnetz und vieles andere mehr eingehend rechnerisch und experimentell untersucht und schließlich in dem praktischen Betrieb mit Erfolg eingeführt.

Größten Wert legte er auf regen Gedankenaustausch mit den Elektrizitätswerken des In- und Auslandes. Die technische Wissenschaft konnte sich seiner besonderen Unterstützung erfreuen. Tatkräftig arbeitete er an den großen wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Vereinen, Verbänden und Studiengesellschaften mit. Wir verlieren in ihm unseren langjährigen rührigen Vorsitzenden unseres

*) H. 35, S. 957 und S. 987 dieses Heftes.



„Fachausschusses für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken (EVE)“. Die Technische Hochschule in Braunschweig ernannte ihn in Anerkennung seiner bisherigen Arbeit auf dem Gebiete der elektrischen Kraftübertragung zum Dr.-Ing. E. h.

Sein reiches Fachwissen, seine großen Bau- und Betriebserfahrungen sowie sein gerader und offener Charakter verschafften ihm die Wertschätzung aller Fachkollegen.

Wegen seiner ständigen Hilfsbereitschaft, seines humorvollen und heiteren Wesens, seiner väterlichen Fürsorge für alle ihm Unterstellten, und besonders wegen seiner liebevollen Förderung des technischen Nachwuchses wird er von allen, die ihn näher kannten, stets betrauert und wird ihnen stets in ehrenvoller Erinnerung bleiben. — Sie haben sich zu seinen Ehren erhoben. Ich danke Ihnen.

Wir treten nun in die Tagesordnung ein. Herr Dr. Lebrecht wird Ihnen über das Thema: „Stromrichterbelastung der Hochspannungsnetze“ berichten. (Vortrag folgt.)

Vorsitzender: Für diejenigen Elektroingenieure unter Ihnen, die regelmäßig solche klaren und interessanten Vorträge hören wollen, wie wir heute einen von Herrn Dr. Lebrecht gehört haben, und die noch nicht wissen, was sie dazu tun müssen, habe ich dieses Lichtbild mitgebracht. Es zeigt Ihnen, welchen Weg Sie zu beschreiten haben: Treten Sie als Elektroingenieur in den Verband Deutscher Elektrotechniker ein, der Ihr Fachverband ist.

Ich eröffne nun die Aussprache zu dem Vortrag und bitte um Wortmeldungen.

Herr **E. Schulze:** Der Vortrag hat gezeigt, daß man im praktischen (nicht physikalischen) Sinne wesentlich zwei Hauptarten der Rückwirkung von Gleichrichtern unterscheiden kann, nämlich eine stationäre und eine nicht stationäre Rückwirkung. Die stationäre Rückwirkung ist abhängig vom Verhältnis der Gleichrichterleistung zur Netznennleistung; hierbei wird die Spannungskurve verzerrt infolge der Spannungsabfälle der nicht sinusförmigen Primärströme der Gleichrichter in den Impedanzen des speisenden Netzes, das praktisch keine wirksame Kapazität besitzt. Die nicht stationäre Rückwirkung ist an das Vorhandensein von Netzkapazitäten gebunden; sie wird vorwiegend bestimmt durch die Daten, d. h. den Schaltzustand des Netzes und ist nur in untergeordnetem Maße abhängig vom Verhältnis der Gleichrichterleistung zur Netznennleistung. Bei dieser Rückwirkung gibt es zwei verschiedene Arten. Die eine Art tritt auf bei Resonanz des speisenden Drehstromnetzes für die hauptsächlichen Oberharmonischen von Gleichrichtern und zeichnet sich dadurch aus, daß einem gut sinusförmigen Primärstrom eine stark verzerrte Spannung zugeordnet sein kann und entsprechend umgekehrt. Die andere, im Vortrag nicht erwähnte Art ist das Anstoßen des Drehstromnetzes zu Eigenschwingungen durch die schnellen Spannungsänderungen (Spannungsstöße) an den Transformatoren der Gleichrichter beim Ablösen (Kommutieren) der einzelnen Anoden am Ende ihrer Überlappungszeit[1]).

Im Vortrag wurde auch erwähnt, daß große Netzkapazitäten die Verhältnisse günstig beeinflussen können. Ich möchte Ihnen hierfür ein Beispiel nennen, nämlich die Betriebserfahrungen der Bewag bei der Stromlieferung an die umfangreichen Gleichrichteranlagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft (DRG) in Berlin.

Eine normale Betriebsschaltung für die Speisung der östlichen Übergabestelle Markgrafendamm (Mkgfd) mit dem zugehörigen 30 kV-Netz der DRG ist in Abb. 1 dargestellt. Im Großkraftwerk Klingenberg (Klgbg.) arbeiten hierbei zwei Hauptmaschinen auf die Sammelschienengruppen C und D; die Gruppen A und D sowie die Gruppen B und C sind starr miteinander geküppelt. An den Sammelschienengruppen ist das große 30 kV-Netz der Bewag angeschlossen; die Übergabestelle Mkgfd wird über acht 30 kV-Kabel (vier Doppelkabel) gespeist.

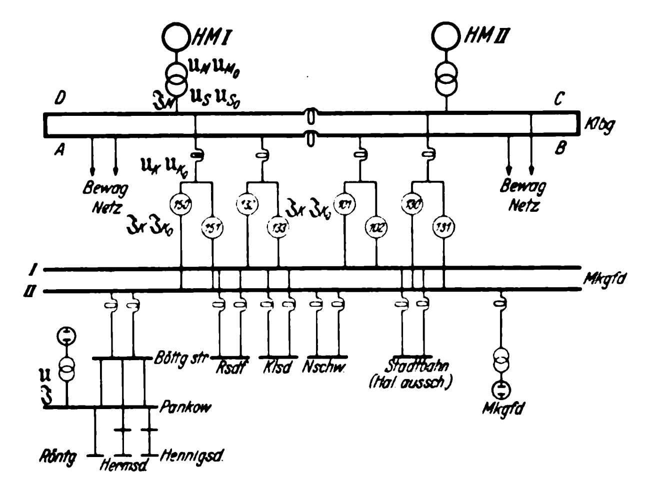
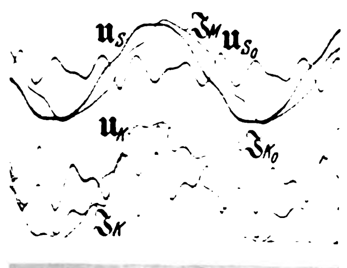


Abb. 1. Stromlieferung an die Berliner S-Bahn (Schaltzustand).

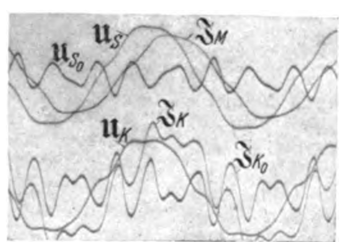
Die Rückwirkung der Gleichrichteranlagen, die sämtlich in einheitlicher Sechsphasenschaltung arbeiten, wurde durch Messen und Oszillographieren von Spannungen und Strömen bzw. ihrer Oberharmonischen untersucht. Die Meßgrößen waren nach Abb. 1



BEWAG 176 MW, Klbg. 100 MW, DRG-Ost 35 MW

$\mathfrak{U}_S$ 30 kV-Sammelschienen-Spannung Klingenberg
$\mathfrak{U}_{S_0}$ 30 kV-Oberwellen-Spannung 4,4 %
$\mathfrak{J}_M$ Generatorstrom (30 kV) 500 A

$\mathfrak{U}_K$ 30 kV-Spannung am Kabel 150 (hinter Drossel)
$\mathfrak{J}_K$ Strom im Kabel 150 64 A
$\mathfrak{J}_{K_0}$ Oberwellenstrom 37 %



BEWAG 199 MW, Klbg. 100 MW, DRG-Ost 35 MW

$\mathfrak{U}_S$ 30 kV-Sammelschienen-Spannung Klingenberg
$\mathfrak{U}_{S_0}$ 30 kV-Oberwellen-Spannung 4,2 %
$\mathfrak{J}_M$ Generatorstrom (30 kV) 1020 A

$\mathfrak{U}_K$ 30 kV-Spannung am Kabel 101 (hinter Drossel)
$\mathfrak{J}_K$ Strom in Kabel 101 93 A
$\mathfrak{J}_{K_0}$ Oberwellenstrom 22 %

Abb. 2. Spannungen und Ströme bei der Stromlieferung an die Berliner S-Bahn.

im Kraftwerk Klgbg.:

- U_M Generator-Klemmenspg. (6 kV) einer Hauptmaschine,
- U_{M_0} Oberharmonische der Generator-Klemmenspg.,
- I_M Generatorstrom auf der 30 kV-Seite,
- U_S Spannung an der 30 kV-Sammelschiene,
- U_{S_0} Oberharmonische der 30 kV-Sammelschienenspg.,
- U_K Spannung an einem 30 kV-Kabel (Nr. 150) hinter der Drosselspule,
- U_{K_0} Oberharmonische der Spannung am 30 kV-Kabel,
- I_K Strom in einem 30 kV-Kabel (Nr. 150 und Nr. 101),
- I_{K_0} Oberharmonische des Stromes in einem 30 kV-Kabel;

im 30 kV-Netz der DRG:

U	Sammelschienenspg. 30 kV,	im Unterwerk Pankow
U_5 } U_7 }	5. u. 7. Oberharmonische der 30 kV-Spg.,	
I	Primärstrom eines Sechsphasen-Gleichrichters	

Die Ergebnisse der Versuche im Kraftwerk Klgbg. sind mit den Belastungsverhältnissen (Bewagnetz, Kraftwerk Klgbg. und DRG-Netz Ost) in den Abb. 2 und 3 dargestellt.

[1]) Vgl. VDE-Fachberichte 1934 B.BC-Mitt. 22 (1935) S. 17, S. 107 (Diskussion).



Nach Abb. 2 ist die Sammelschienenspannung (U_S) im Kraftwerk nur wenig verzerrt; der Effektivwert ihrer Oberharmonischen (U_{S_0}) beträgt nur etwa 4 % (überwiegend 5. Oberharmonische). Die Spannung am 30 kV-Kabel (U_K) ist infolge des Spannungsabfalles in den Drosselspulen etwas stärker verzerrt. Die Ströme in den 30 kV-Kabeln (I_K) lassen die den Sechsphasen-Gleichrichterschaltungen typische Kurvenform deutlich erkennen, sind aber infolge von Eigenschwingungen des Netzes durch fremde

BEWAG 245 MW, Klbg. 140 MW, DRG-Ost 35 MW

$\mathfrak{U}_M$ 6 kV-Generatorspannung der Hauptmaschine I
$\mathfrak{U}_S$ 30 kV-Sammelschienen-Spannung Klingenberg
$\mathfrak{U}_{S_0}$ 30 kV-Oberwellen-Spannung 4,2 %

$\mathfrak{U}_K$ 30 kV-Spannung am Kabel 150 (hinter Drossel)
$\mathfrak{U}_{K_0}$ 30 kV-Oberwellen-Spannung 8 %
$\mathfrak{J}_K$ Strom im Kabel 150 72 A

BEWAG 245 MW, Klbg. 140 MW, DRG-Ost 30 MW

$\mathfrak{U}_M$ 6 kV-Generatorspannung der Hauptmaschine I
$\mathfrak{U}_{M_0}$ 6 kV-Oberwellen-Spannung 2 %
$\mathfrak{U}_S$ 30 kV-Sammelschienen-Spannung Klingenberg

$\mathfrak{U}_K$ 30 kV-Spannung am Kabel 150 (hinter Drossel)
$\mathfrak{U}_{K_0}$ 30 kV-Oberwellen-Spannung 8 %
$\mathfrak{J}_K$ Strom im Kabel 150 72 A

Abb. 3. Spannungen und Ströme bei der Stromlieferung an die Berliner S-Bahn.

Frequenzen erheblich moduliert. Der Strom des Kabels Nr. 150 (oberes Oszillogramm, Abb. 2) hat einen Effektivwert an Oberharmonischen (I_{K_0}) von 37 %, der Strom des höher belasteten Kabels Nr. 101 (unteres Oszillogramm) nur einen Oberwellengehalt von 22 %. Der relative Anteil der Stromoberharmonischen, der infolge von Kreisströmen, angeregt in den Parallelschaltungen von Kapazität und Selbstinduktion, recht hoch ist[2]), nimmt mit wachsender Belastung ab. Hierfür gibt es offenbar zwei Gründe: Die

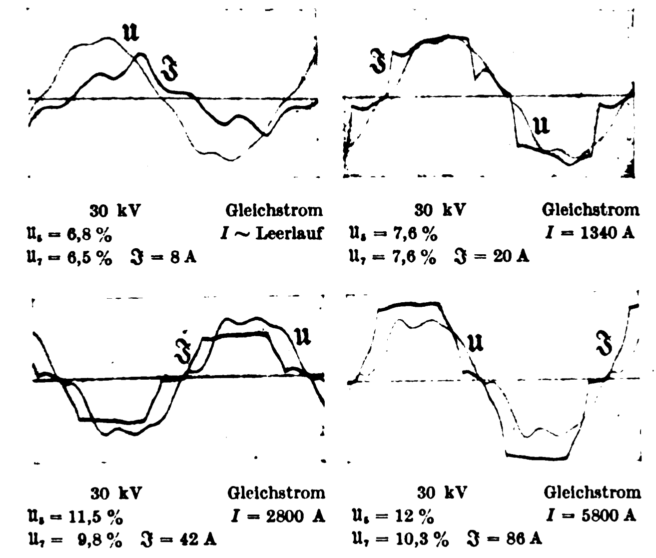


Abb. 4. 30 kV-Spannung und Strom bei steigender Belastung im DRG-Gleichrichterwerk Pankow.

Gleichrichter arbeiten bei höherer Belastung mit größerem Überlappungswinkel und daher mit kleineren Oberharmonischen im Primärstrom, und die mit den Eigenschwingungen des Netzes auftretenden Kreisströme sind ziemlich unabhängig von der Belastung.

Auf eine rechnerische Behandlung der Schwingungsvorgänge im Netz möchte ich hier nicht näher eingehen; die Rechnung ist zu kompliziert, weil das Netz mehrere Schwingungskreise darstellt, die untereinander kapazitiv gekoppelt sind.

[2]) Vgl. VDE-Fachberichte 1934, S. 111 (Diskussion).

Abb. 3 zeigt noch einige weitere Spannungswerte. Die Klemmenspannung des Generators (U_M) ist ziemlich gut sinusförmig; sie enthält einen Effektivwert an Oberharmonischen (U_{M_0}) von nur 2 % mit vorwiegend 5. Harmonischer. Die stärker verzerrte Spannung am 30 kV-Kabel Nr. 150 hat Oberharmonische (U_{K_0}) im Betrag von 8 %. Wie auch nicht anders zu erwarten, wird die Kurvenform der Spannungen um so besser ($U_{K_0} = 8\,\%, U_{S_0} = 4\,\%, U_{M_0} = 2\,\%$), je näher die Meßstellen zum Generator liegen. Die Rückwirkung der Gleichrichteranlagen darf im Sinne der eingangs erwähnten Unterscheidung wohl vorwiegend als stationär angesehen werden, obwohl die auftretenden Kreisströme nicht unerheblich sind. Glücklicherweise sind die Generatoren gegen eine nicht stationäre Rückwirkung, d. h. die Schwingungsvorgänge, dadurch geschützt, daß die Sammelschiene des Kraftwerkes hierfür kurzgeschlossen ist über die beträchtliche Kapazität des großen 30 kV-Netzes der BEWAG.

Die Oszillogramme der Abb. 4 zeigen, wie bei solchen Spannungsverhältnissen die Gleichrichter im Bahnnetz selbst arbeiten. Der Primärstrom (I) läßt bei Leerlauf des Gleichrichters darauf schließen, daß der Transformator stark gesättigt ist, und nimmt mit wachsender Belastung immer mehr eine Kurvenform an, die der von Sechsphasenschaltungen ähnlich ist. Gleichzeitig wird die Spannungskurve (U) stärker verzerrt; die 5. (U_5) und die 7. (U_7) Harmonische betragen bei Leerlauf 6,8 bzw. 6,5 % und steigen mit zunehmender Gleichrichterlast auf 12 bzw. 10,3 % an (stationäre Rückwirkung). Irgendwelche Schwierigkeiten sind bei derart verzerrten Spannungskurven im langjährigen Betrieb mit den Gleichrichteranlagen der Berliner S-Bahn nicht aufgetreten.

Zusammenfassend möchte ich feststellen, daß große Gleichrichteranlagen, auch wenn ihre Leistung erheblich ist im Vergleich zur Nennleistung des speisenden Hochspannungsnetzes, häufig keine Betriebsschwierigkeiten hervorrufen. Darüber hinaus sind die Gesetzmäßigkeiten der Gleichrichterrückwirkung so genau bekannt, daß uns auch in Zukunft beim Bau von neuen großen Anlagen irgendwelche Schwierigkeiten nicht überraschen können. (Beifall.)

Herr **Dennhardt**: Der Herr Vortragende hat aufgezeigt, wie durch Analyse der Stromkurve des Gleichrichters bei Kenntnis der Netzverhältnisse auf der speisenden Seite die Gleichrichterrückwirkung berechnet werden kann. Besonders ist dabei der letztbehandelte Fall, in welchem durch entsprechend gelagerte Netzverhältnisse Abweichungen besonderer Art (Resonanz) auftreten können. Im folgenden will ich über einen Fall berichten, der den letztgenannten Fall insofern weiterführt, als er ihn nach der Seite der nicht stationären Vorgänge erweitert.

Der diesem Fall zugrundeliegende Gleichrichter mit einer Leistung von rd. 900 kW wurde gespeist von einer Überlandzentrale mit einer Maschinenleistung von 4500 kVA über zwei rd. 300 m lange 5 kV-Kabel. Die ÜZ bildete also am Ende des Kabels praktisch einen tonfrequenten Kurzschluß. Zur Begrenzung der Kurzschlußströme waren in der ÜZ Kurzschlußreaktanzen eingefügt, die infolgedessen mit der Kabelkapazität des Hochspannungskabels sowie der hineintransformierten Kapazität des vom Hochspannungskabel gleichzeitig mitgespeisten Wechselstromniederspannungsnetzes einen Resonanzkreis bildeten. Die Dämpfung dieses Kreises wurde im wesentlichen durch die Wirklast im Wechselstromniederspannungsnetz bestimmt. Diese Wirklast betrug max. 360 kW. Die Errechnung ergab bei dieser Belastung ein max. auftretendes Dämpfungsdekrement von $\delta = 1$. Die Eigenfrequenz des Kreises betrug rd. 2800 Hz.

Der Gleichrichter wirkte auch in diesem Fall als tonfrequenter Generator. Tonfrequente Spannungen in der Größenordnung, wie sie im vorliegenden Falle zur Erregung von Eigenschwingungen des besprochenen aus Netzwiderständen gebildeten Kreises notwendig sind, ergeben sich aus der Analyse des Stromsprungs bzw. Spannungssprungs bei der Kommutierung. Die Untersuchung

des Falles wurde von RPZ, S & H und REV durchgeführt. Es zeigt sich, daß der Rest der Speisespannung und demgemäß die Rückwirkung der 5. und 7. Harmonischen einen völlig normalen Verlauf hat. Die Welligkeit steigt bei Laststeigerung von Null auf 2000 A, von 2 % auf 5 %. Die Messung der Spitzenwerte des Restes sowie die aufgenommenen Oszillogramme geben jedoch einen klaren Einblick bezüglich des Auftretens von Eigenschwingungen in dem aus den Netzwiderständen gebildeten Schwingungskreis.

Zu ernsten Bedenken gibt der Fall keinen Anlaß, da die Eigenschwingungen zu NF-Störungen nur bei älteren Netzanschlußempfängern im Drehstromniederspannungsnetz führten. Die geringe Zahl der gestörten Empfänger konnte durch Maßnahmen, wie Symmetrierung der Endstufe, Verwendung geeignet bemessener Siebketten beseitigt werden. (Beifall.)

Herr **Meyer-Delius**: Ich möchte kurz zurückkommen auf die Rückwirkungen der Stromoberwellen auf Turbogeneratoren. Die Schwierigkeit beruht darin, daß die Temperatur des Rotoreisens und der Dämpferwicklung während des Laufs nicht feststellbar ist. Man ist auf Rechnungen angewiesen, für die eine Reihe von Unterlagen fehlen. Man muß Annahmen bzw. Vernachlässigungen machen. Dabei sollte man sich hüten, aus Sicherheitsgründen gar zu viele Zuschläge oder Vernachlässigungen zu machen, sonst entfernt sich das Schlußergebnis leicht zu weit von der Wirklichkeit. Ich habe den Eindruck, daß die Zahlen, die Herr Dr. Lebrecht uns gezeigt hat, dieses tun, bzw. daß Vernachlässigungen gemacht worden sind, die doch einen sehr großen Einfluß haben. Wenn ich die Rechnung richtig verfolgt habe, so ist die Dämpfung des massiven Eisens des Rotors und der Erregerwicklung vernachlässigt worden. Wir haben eine Reihe von Rechnungen angestellt, um gerade diesen Punkt zu klären. Ich möchte kurz den Gang dieser Rechnungen mitteilen. Sie sind zwar noch nicht abgeschlossen; aber ein vorläufiges Ergebnis zeigt schon, daß die zusätzlichen Verluste nicht gefährlich zu werden versprechen.

Im Stator sind die Verhältnisse, wie schon Herr Dr. Lebrecht sagte, relativ einfach. Zusätzliche Verluste werden kaum bei den unterteilten Stäben zu erwarten sein. Außerdem lassen sich die Temperaturen leicht verfolgen. Es sind in vielen neuzeitlichen Generatoren heute schon eine Reihe von Thermoelementen eingebaut, die von der Schalttafel aus während des Betriebes verfolgt werden können. Soviel ich weiß, hat man auch keine Temperaturerhöhungen durch solche Gleichrichteroberwellen festgestellt.

Im Rotor ist das schwieriger, weil hier keine Messungen gemacht werden können. Klar ist, wie Herr Dr. Lebrecht ausgeführt hat, daß die 5. und 7. Oberharmonische zwei gegenläufige Drehfelder geben mit der Frequenz von 300 Hz relativ gegen den Rotor, und die 11. und 13. mit 600 Hz. Felder einer so hohen Wechselzahl können in das massive Rotoreisen nicht nennenswert eindringen, sondern werden an der Oberfläche bleiben. Rosenberg hat sehr gute, brauchbare Formeln über die Eindringtiefe solcher Felder angegeben. Wir haben für einige Fälle solcher Verhältnisse nachgerechnet, zum Beispiel für einen Fall, den auch Herr Dr. Lebrecht erwähnt hat, bei dem ein Generator mit etwa 70 % bei einer 6-Phasengleichrichteranlage belastet wird. Die Eindringtiefe ergab sich dabei zu etwa ½ mm und bei 12-Phasenbetrieb zu ⅓ mm. Diese Felder haben dieselbe Polteilung wie die Grundwelle, d. h. das Oberwellenfeld, das an die äußerste Oberfläche des Rotors gedrängt wird, muß um die Nuten herum an den Zähnen des halben Rotors entlang laufen, ehe es allmählich wieder in den Luftspalt austritt. Auf diese Weise entsteht ein langer, schmaler Eisenweg mit sehr hohem magnetischen Widerstand. Da die Amperewindungen aus der Größe der Stromoberwellen bekannt sind, so läßt sich dieses Feld berechnen, indem die Länge dieses Eisenweges bei einer bestimmten Konstruktion abgemessen werden kann. Wir haben gefunden, daß unter den angenommenen Verhältnissen das Oberwellenfeld von 300 Hz die Größenordnung von ½ bis 1 % des Hauptfeldes hat. Das ist ein sehr kleines Feld. Die Verluste, die durch dieses Feld im Eisen und in der Dämpferwicklung entstehen, können nur sehr klein sein und kaum nennenswert ins Gewicht fallen.

Diese Rechnungen lassen, obwohl sie noch nicht abgeschlossen sind, bereits erkennen, daß der dämpfende Einfluß des massiven Eisens in den Turbogeneratoren sehr groß ist und nicht vernachlässigt werden kann, und daß die auftretenden Ströme in der Dämpferwicklung wesentlich kleiner sind, als die theoretischen Zahlen, die uns Herr Dr. Lebrecht gegeben hat, erwarten lassen.

Interessant sind noch die Verhältnisse bei lamellierten Rotorzähnen. Man sollte meinen, daß die Lamellierung die Verluste der zusätzlichen Oberfelder verkleinert. Das würde nur dann der Fall sein, wenn die Stärke der Bleche kleiner ist als die doppelte Eindringtiefe des Oberfeldes, in unserem Fall ½ oder ⅓ mm. Da die Bleche wesentlich stärker sind, so bewirkt die Lamellierung merkwürdigerweise nicht eine Verkleinerung, sondern sogar eine Vergrößerung der zusätzlichen Verluste, weil die Oberfläche, die dem Oberfeld zur Verfügung steht, durch die Lamellierung sogar vergrößert statt verkleinert wird. Immerhin bleiben wahrscheinlich aber auch mit dieser Konstruktion die Oberfelder noch so klein, daß nennenswerte Verluste nicht zu erwarten sind.

Wenn man die Kurven, die wir hier gesehen haben, betrachtet, muß sich der normale Ingenieur eigentlich sagen, man sollte mindestens nur 12- oder am besten nur 24-phasige Gleichrichter bauen. Weshalb baut man eigentlich immer noch 6-phasige Gleichrichter? Die Gründe sind zweierlei. Erstens haben die Rückwirkungen, die die 6-phasigen Gleichrichter in den Netzen hervorrufen, wie Sie auch schon von Herrn Dr. Schulze gehört haben, bisher noch niemals Störungen hervorgerufen; vielleicht mit Ausnahme des einen Resonanzfalles der 11. und 13. Harmonischen, der von Herrn Dr. Lebrecht erwähnt wurde, aber kaum ein zweites Mal auftreten wird. Der zweite Grund ist der, daß die Transformatorenkonstruktionen bei Vermehrung der Phasenzahl über sechs erheblich verwickelter werden und deshalb vom Standpunkt des Transformatorenkonstrukteurs unerwünscht sind. Ein 12-phasiger Transformator, der auf dem Schaltbild so schön einfach aussieht, sieht in Wirklichkeit durch die zahlreichen Querverbindungen zwischen den Schenkeln eher wie ein Klavier aus als wie ein Transformator. Durch die mehrfachen Phasenkombinationen auf jedem Schenkel ist es ein kompliziertes Gebilde, das deshalb für den Konstrukteur, wie auch für die Herstellung und schließlich auch für den Betrieb unerwünscht ist, ganz abgesehen von den vermehrten Kosten. Wenn man den Transformator in zwei Transformatoren halber Leistung zerlegt, wie von Kraemer vorgeschlagen worden ist, dann wird selbstverständlich der Preis dadurch erhöht, und zwar nicht unerheblich. Es ist aus diesen Gründen angebracht, bei der 6-phasigen Schaltung zu bleiben, solange das irgend möglich ist.

Wenn die Gleichstromleistungen groß werden, verteilt sich die Leistung immer auf mehrere Einheiten. Da bietet sich die von Herrn Dr. Lebrecht auch angegebene Möglichkeit der Versetzung von je zwei 6-phasigen Transformatoren um 30 elektrische Grade gegeneinander, so daß man auf der Primärseite eine 12-phasige Wirkung bekommt. Diese Schaltungsart, die heute in einer großen Anlage schon ein halbes Jahr im Betrieb ist, hat sich in jeder Richtung im Betrieb durchaus bewährt. Die kleinen Phasenverschiebungen, die durch ungleiche Aussteuerung der Gitter der beiden ein 12-Phasensystem bildenden Gleichrichtergruppen vorkommen können, spielen praktisch keine Rolle, werden im Kraftwerk gar nicht bemerkt und sind kaum meßbar.

Bei Elektrolyseanlagen — dem Hauptanwendungsgebiet großer Gleichrichterleistungen — sind die einzelnen 6-phasigen Gleichrichtergruppen praktisch stets gleichbelastet, so daß trotz größter Einfachheit der einzelnen Transformatoren eine sehr gute Kompensation der 6-phasigen Oberwellen auf der Primärseite erreicht wird.

Schaltungsfehler des Bedienungspersonals, durch die evtl. primärseitig eine reine 6-phasige Wirkung anstatt der 12-phasigen hervorgerufen wird, können durch einfache Signal- oder Sperrmaßnahmen vermieden werden.

Bei allen Verbesserungen sollte immer der Gesichtspunkt der größtmöglichen Einfachheit der Anlagen an erster Stelle stehen. Daher sollten wir von den einfachen 6-phasigen Schaltungen der Gleichrichtertransformatoren zu den komplizierteren 12-Phasenschaltungen nur in den dringendsten Ausnahmefällen übergehen. (Beifall.)

Vorsitzender: Ich danke Herrn Dr. Meyer-Delius für seine Ausführungen und bitte noch nachträglich um Entschuldigung, daß ich ihm als auswärtigem Gast nicht zuerst das Wort erteilt habe.



Herr Klewe: Die Oberschwingungen in Spannung und Strom, die die Gleichrichter und Stromrichter zusätzlich erzeugen, können nicht nur für die speisenden Starkstromnetze, sondern besonders auch für die benachbarten Fernsprechleitungen unangenehm sein. Sie wissen, daß beim Bau von Drehstromleitungen die zu erwartende Beeinflussung auf Grund der Leitsätze des VDE vorausberechnet wird. Dabei werden bestimmte Annahmen über die Oberschwingungen in der Drehstromleitung gemacht und die Abstände so gewählt, daß mit keinen Störungen der Fernsprechleitungen zu rechnen ist. Wir sind mit diesen Leitsätzen bisher in der Regel gut ausgekommen, besonders deshalb, weil häufig die Welligkeit der Drehstromnetze noch kleiner war, als in den Leitsätzen angenommen wurde. Wenn aber eine Drehstromleitung in erheblichem Maße mit Stromrichtern belastet wird, dann können sich die Verhältnisse wesentlich ändern. Sie haben selbst gesehen, wie stark die Oberschwingungen werden können. Es ist durchaus möglich, daß die „Störspannung", das ist die unter Berücksichtigung der Empfindlichkeit des Ohres bewertete Welligkeit, doppelt oder dreimal so hoch wird, als in den Leitsätzen vorgesehen ist, so daß größere Abstände zwischen den Leitungen oder andere Maßnahmen vorgesehen werden müssen. Bisher sind solche Fälle im allgemeinen kaum vorgekommen, weil Leitungen, die praktisch ausschließlich mit Stromrichtern belastet werden, nur sehr selten sind. Ich kenne nur einen Fall, der einige Jahre zurückliegt. Eine 15 kV-Leitung speiste ausschließlich Gleichrichter größerer Leistung; der Erfolg waren heftige Störungen in einer benachbarten Fernsprechleitung. Die Störungen verschwanden, wenn die Leitung bei gleicher Leistung mit anderen Verbrauchern — an Stelle der Gleichrichter — belastet wurde. Das Endergebnis war, daß die Fernsprechleitung verlegt wurde. Das ist ein ziemlich kostspieliger Ausweg, der aber nicht immer möglich ist. Ich möchte also darauf hinweisen, daß man bei der Erstellung neuer Drehstromleitungen, die praktisch ausschließlich große Stromrichteranlagen speisen — und solche Fälle werden heute manchmal vorkommen, z. B. bei den großen Elektrolyseanlagen, von denen heute schon die Rede gewesen ist —, in den Vorausberechnungen etwas vorsichtig sein muß, und daß man unter Umständen mit einer höheren Störspannung wird rechnen müssen, als in den Leitsätzen vorgesehen ist, damit es nicht zu großen Schwierigkeiten kommt. (Beifall.)

Vorsitzender: Herr Dr. Klewe hat ein sehr interessantes Thema angeschnitten. Aber ich glaube, wir wollen uns doch nur mit der Stromrichtergestaltung in Hochspannungsnetzen als solcher befassen und die Behandlung der Rückwirkung der Stromrichter auf Fernmeldeanlagen zweckmäßiger auf die Tagesordnung einer der Sitzungen des nächsten Winters setzen. Ich möchte deswegen bitten, zu diesem Thema jetzt nicht weiter zu sprechen.

Wünscht noch jemand das Wort? — Das ist nicht der Fall. Dann erteile ich Herrn Dr. Lebrecht das Schlußwort.

Vortragender: Zu den Ausführungen des Herrn Dr. Meyer-Delius möchte ich einiges sagen:

Ich bin mir darüber klar, daß die die Dämpferbeanspruchung kennzeichnenden Zahlen auf Grund gewisser Vernachlässigungen zustande gekommen sind. Die Ungenauigkeit wird aber dadurch eingeschränkt, daß die Dämpfungsströme der Oberwellenbelastung mit den Dämpfungsströmen des inversen Feldes der Einphasenbelastung verglichen wurden. Offen geblieben ist die Frage, wie stark der Unterschied der Frequenzen auf den Vergleich einwirkt.

In einem Vortrag von so umfassender Problemstellung ist es nicht möglich, jedem Teilproblem bis zur letzten Schlußfolgerung nachzugehen. Der Zweck des Vortrages ist darum der gewesen, das Oberwellenproblem in seinen grundlegenden Zusammenhängen und unter Verzicht auf Einzeluntersuchungen, die nur den Überblick stören, darzustellen. Weitere Untersuchungen sind auch bei uns im Gange. Sie lassen aber bereits jetzt die grundsätzliche Richtigkeit meiner Ausführungen erkennen. Künftige genauere Klärung der Frage mag dann die Grundlage zu schärferer Rechnung liefern.

In der Darlegung des Herrn Dr. Meyer-Delius ist davon die Rede, daß die in den Läufer eindringenden Felder sehr klein sind. Die Dämpfungs*ströme* müssen aber dessen ungeachtet da sein; denn die Amperewindungen der Oberströme sind klar gegeben, ihnen muß von den Läufer-Amperewindungen der Dämpfungsströme das Gleichgewicht gehalten werden, d. h. beide zusammen ergeben den Magnetisierungsstrom der Oberfelder. Das erste Ziel der Untersuchung muß daher die Feststellung der tatsächlich fließenden Dämpfungsströme sein. Die zweite Frage ist, wie sich diese Ströme auf Dämpfer, Erregerwicklung und Eisen verteilen. Verluste erzeugen sie hier wie dort.

Was nun die Frage der 6- und 12 Phasenschaltung anbelangt, so bin ich mit Herrn Dr. Meyer-Delius darin einig, daß der Kompensationsbetrieb mit 6-Phasen-Transformatoren verschiedener Schaltgruppen ein Mittel ist, die Oberwellenbeanspruchung der Netze einzuschränken. Ich möchte jedoch einige Anmerkungen wiederholen. Wenn man diese der Projektierung zu Gebote stehenden Möglichkeiten ausnutzen will, so muß man unterscheiden:

1. Fälle, in denen man die Kompensation mit 6-Phasen-Transformatoren anwenden *kann*, weil man sich einen Vorteil nicht entgehen lassen will.
2. Fälle, in denen man kompensieren *muß*, weil ein wichtigeres Interesse das verlangt. Wenn man aber bestimmte Harmonische durch Kompensation zum Verschwinden bringen muß, dann kann es nicht mehr gleichgültig sein, ob man beispielsweise bei der Schaltgruppenumschaltung von Reservegruppen der Zuverlässigkeit des Bedienungspersonals ausgeliefert ist oder nicht. In solchen Fällen ist zweifelsohne dem 12-Phasen-Transformator, der die 5. und 7. Harmonische grundsätzlich vermeidet, der Vorzug zu geben. Wenn hier durch den Vergleich mit einem Klavier auf die angebliche Kompliziertheit der 12-Phasen-Schaltung hingewiesen wurde, so ist zu sagen, daß über diese Frage letzten Endes die Betriebsbewährung entscheidet. Der Hinweis gilt zum mindesten nicht für die Kaskadenschaltung. Jedenfalls kann ich feststellen, daß ich in Jahren kein solches 12-Phasen-Klavier erlebt habe, das hätte nachgestimmt werden müssen. (Beifall.)

Vorsitzender: Ich danke Ihnen, Herr Dr. Lebrecht, nochmals für Ihre wertvollen Ausführungen und danke auch den Herren Diskussionsrednern. Ich schließe die Sitzung.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

AEF

Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen.

Berlin-Charlottenburg 9, Akazienallee 32.

(Schluß von S. 955.)

Noch nicht endgültig.

Aufgabe 82. Allgemeine physikalische Konstanten und damit zusammenhängende Umrechnungsgrößen und Einheiten[1]).

Vorbemerkung: Ein Stern bei einer Nummer verweist auf die Erläuterungen.

Lfde. Nr.	Bezeichnung	Wert	Bemerkungen
		1. Mechanik.	
11	Gravitationskonstante	66,65 ndyn $cm^2 g^{-2}$	B.[2]); vgl. auch P. R. Heyl, Proc. Nat. Acad. Sci. **13** (1927) S. 601; J. Zahradniček, Phys. Z. **34** (1933) S. 126
12	Mittlere Dichte der Erde	5,52 $g cm^{-3}$	
13	Fallbeschleunigung		
131*	Genormt	980,665 $cm s^{-2}$	5. Conf. Générale: Ch. Ed. Guillaume, Trav. et Mém. Bur. Int. **16** (1913) S. 114; s. AEF DIN 1314, Fußn.

1) Bearbeitet von H. Ebert, K. Scheel und R. Swinne.
2) Vgl. die „Erläuterungen" auf S. 1010.



Lfde. Nr.	Bezeichnung	Wert	Bemerkungen
132	Bei 45° Breite und Normalnull	980,616 cm s^{-2}	F. R. Helmert, Enzykl. math. Wiss. VI, 1 B (1910) S. 96
14	Liter (Volum von 1 kg luftfreien Wassers maximaler Dichte bei 1 Atm)	1,000027 dm^3	H. u. J.; B.
15*	Meterkilogramm (mkg)	98,0665 Merg	Berechnet aus 131
16	Pferdestärke (PS)	7,35499 Gerg s^{-1} = 735,26 int. Watt	Berechnet aus 131
17	Atmosphäre		
171	Physikalische (Atm = 760 Torr)	1,01325 Mdyn cm^{-2}	AEF DIN 1314
172*	Technische (at = kg/cm^2)	0,980665 Mdyn cm^{-2}	„
18	Literatmosphäre (l·Atm)	1,013280 Gerg	H. u. J.
19	Dichte		
191*	Maximale Dichte des Wassers bei 1 Atm	0,999973 g cm^{-3}	Berechnet aus 14
192*	Dichte des Quecksilbers bei 0° C und 1 Atm	13,5951 g cm^{-3}	B.

2. Wärme.

Lfde. Nr.	Bezeichnung	Wert	Bemerkungen
21*	Temperaturfestpunkte		F. Henning u. J. Otto, Z. Phys. **49** (1928) S. 742; Reichsministerialblatt Nr. 17 (1928)
211	Unter dem Eispunkt		
211.1	Temperatur des absoluten Nullpunktes	− 273,16°C	W. Heuse u. J. Otto, Ann. Phys. (5) **2** (1929) S. 1012 u. **4** (1930) S. 778
211.2*	Siedepunkt des Wasserstoffs	− 252,780°C	W. Heuse u. J. Otto, Ann. Phys. (5) **9** (1931) S. 486; thermo-dynamische Skale
211.3	Siedepunkt des Sauerstoffs	− 182,97°C	Gesetzlich (vgl. 21). Druckabhängigkeit: $t_{760} + 0{,}0126\,(p - 760) - 0{,}0000065\,(p - 760)^2$
211.4	Sublimationspunkt des Kohlendioxyds	− 78,53°C	Vgl. 21; gesetzliche Skale
211.5	Erstarrungspunkt des Quecksilbers	− 38,87°C	Vgl. 21; gesetzliche Skale
212	Über dem Eispunkt		
212.1	Tripelpunkt des Wassers	0,0098°C	H. Moser, Ann. Phys. (5) **1** (1929) S. 341
212.2*	Dampfpunkt des Wassers	100°C	Gesetzlich (vgl. 21). Druckabhängigkeit: $t = 100{,}000 + 0{,}0367\,(p - 760) - 0{,}000023\,(p - 760)^2$; s. jedoch H. Moser, Ann. Phys. (5) **14** (1932) S. 790: $t = 100{,}000 + 0{,}03687\,(p - 760) - 0{,}000022\,(p - 760)^2$
212.3	Siedepunkt des Schwefels	444,60°C	Gesetzlich (vgl. 21). Druckabhängigkeit: $t_{760} + 0{,}0909\,(p - 760) - 0{,}000048\,(p - 760)^2$
212.4	Schmelzpunkt des Silbers	960,5°C	Gesetzlich (vgl. 21)
212.5	Schmelzpunkt des Goldes	1063°C	Gesetzlich (vgl. 21)
22	Normgrößen		
221*	Dichte des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft bei 0°C und 1 Atm	1,42900 g l^{-1} = 1,42896 mg cm^{-3}	H. u. J.; vgl. auch B.; E. Moles, Z. anorg. Chem. **167** (1927) S. 40.
222	Molvolum idealer Gase bei 0°C und 1 Atm	22,4145 dm^3	H. u. J.
23	Gaskonstante für 1 Mol	82,056 cm^3 Atm $grad^{-1}$ = 83,144 Merg $grad^{-1}$ = 8,3116 int. Joule $grad^{-1}$ = 1,9864 cal $grad^{-1}$	Berechnet aus 222, 211.1, 171, 314 u. 24
24	Energieäquivalent der 15°-Kalorie (cal)	4,1842 int. Joule = 1,1623 int. mWh = 41,855 Merg = 0,42681 mkg	H. u. J. (unter Berücksichtigung von 314 und 15)

3. Elektrizität und Magnetismus.

Lfde. Nr.	Bezeichnung	Wert	Bemerkungen
31	Einheiten		
311	Internationales Ampere, Coulomb	0,99993 abs. Amp, Coul	H. L. Curtis u. R. W. Curtis, Bur. Stand. J. Research **12** (1934) S. 665
312	Internationales Ohm, Henry	1,00046 abs. Ohm, Henry	Wie zu 311
313	Internationales Volt, Weber	1,00039 abs. Volt, Weber	Wie zu 311
314	Internationales Watt, Joule	1,00032 abs. Watt, Joule	Wie zu 311
315	Internationales Farad, Siemens	0,99954 abs. Farad, Siemens	Wie zu 311
32	Elektrochemische Konstanten		
321	Elektromotorische Kraft des Weston-Normalelements bei 20°	1,01830 int. Volt	H. u. J. Vgl. auch H. v. Steinwehr u. A. Schulze, Z. Instrkde. **52** (1932) S. 249, G. W. Vinal, Bur. Stand. J. Res. **8** (1932) S. 729
322*	Elektrochem. Äquivalent des Silbers	1,118 mg int. $Coul^{-1}$	Reichsgesetzblatt 1898, S. 905
323	Faraday-Konstante für das Mol u. die Valenz 1	96494 int. Coul	Berechnet aus 322 und 529.1
33*	Konstanten des leeren Raumes (s. auch 411)		
331	Dielektrizitätskonstante	$0{,}88548 \cdot 10^{-13}$ int. Farad cm^{-1}	Berechnet aus 312 und 411
332	Permeabilität	$1{,}25606 \cdot 10^{-8}$ int. Henry cm^{-1}	Berechnet aus 312
333	Wellenwiderstand	376,63 int. Ohm	Berechnet aus 331 und 332

Lfde. Nr.	Bezeichnung	Wert	Bemerkungen
	4. Optische und Strahlungskonstanten.		
41	Optische Konstanten		
411	Lichtgeschwindigkeit im leeren Raume	$2{,}9985 \cdot 10^{10}$ cm $\cdot$ s^{-1}	H. u. J.; vgl. a. R. T. Birge, Nature **134** (1934) S. 771
412	Wellenlänge der roten Kadmiumlinie (in trockener Luft von 15° und 1 Atm)	6438,470 Å	H. u. J.
413	Rydbergsche Konstante für unendlich große Kernmasse	109 737,3 cm^{-1}	Mittel aus H. u. J. und B.
42	Strahlungskonstanten		
421	Stefan-Boltzmannsche Konstante	$5{,}771 \cdot 10^{-12}$ int. Watt cm^{-2} grad^{-4} = 1,380 pcal cm^{-2} s^{-1} grad^{-4}	C. Müller, Z. Phys. **82** (1933) S. 1. Vgl. auch R. Ladenburg, Hdb. d. Phys. 2. Aufl. **23**, 1. Teil (1933) S. 20
422*	Plancksche Strahlungskonstante c_2	1,432 cm grad	In Deutschland gesetzlich festgelegt, vgl. 21
423*	Konstante des Wienschen Verschiebungsgesetzes	0,2884 cm grad	Berechnet aus 422
	5. Atomare Konstanten.		
51	Allgemeine		
511	Loschmidtsche Zahl	$6{,}065 \cdot 10^{23}$	Berechnet aus 323 und 521.3. Vgl. auch E. Kappler, Ann. Phys. (5) **11** (1931) S. 233; H. A. Wilson, Phys. Rev. (2) **34** (1929) S. 1493
512	Boltzmannsche Konstante	$1{,}3708 \cdot 10^{-16}$ erg grad^{-1}	Berechnet aus 23 und 511
52	Besondere		
521	Elektron		
521.1	Atomgewicht	$5{,}480 \cdot 10^{-4}$	Berechnet aus 511 und 521.2
521.2	Ruhmasse	$0{,}9033 \cdot 10^{-27}$ g	Berechnet aus 521.3 und 521.4
521.3	Elektrisches Elementarquantum e	$4{,}770 \cdot 10^{-10}$ el.-stat. CGS-Einheiten = $1{,}591 \cdot 10^{-19}$ int. Coul	R. A. Millikan, Phys. Rev. (2) **35** (1930) S. 1231; s. auch R. T. Birge, Phys. Rev. (2) **40** (1932) S. 230; R. Ladenburg, Ann. Phys. (5) **16** (1933) S. 468
521.4	Spezifische Ladung des ruhenden Elektrons	$1{,}761 \cdot 10^{8}$ int. Coul g^{-1} = $1{,}762 \cdot 10^{15}$ cm^{2} int. Volt^{-1} s^{-2} = $5{,}280 \cdot 10^{17}$ el.-stat. CGS-Einheiten	R. T. Birge, Phys. Rev. (2) **40** (1932) S. 228. S. auch H. R. Robinson, J. P. Andrews u. E. J. Irons, Proc. Roy. Soc. London (A) **143** (1933) S. 48; Fr. G. Dunnington, Phys. Rev. (2) **43** (1933) S. 404; L. E. Kinsler u. W. V. Houston, ebenda (2) **45** (1934) S. 104. Abweichend Ch. T. Porry u. E. L. Chaffee, Phys. Rev. (2) **36** (1930) S. 904
521.5*	Wellenlänge nach de Broglie für 1 Volt	12,204 Å	Nach 521.2
521.6	Geschwindigkeit von Elektronen, die 1 Volt durchlaufen haben	$5{,}936 \cdot 10^{7}$ cm s^{-1}	Berechnet aus 521.4
521.7	Energieeinheit „e Volt"	$1{,}591 \cdot 10^{-12}$ erg	Berechnet aus 521.3 und 314
522	Neutron		
522.1	Atomgewicht	1,008	J. Chadwick u. M. Goldhaber, Nature **134** (1934) S. 237. Vgl. auch Meitner u. K. Philipp, Z. Phys. **87** (1934) S. 484; I. Curie u. F. Joliot, Nature **133** (1934) S. 721
522.2	Ruhmasse	$1{,}662 \cdot 10^{-24}$ g	Berechnet aus 511 und 522.1
522.3*	Wellenlänge nach de Broglie für Neutronen mit einer Geschwindigkeit von 10^9 cm s^{-1}	$3{,}94 \cdot 10^{-4}$ Å	Berechnet aus 522.2
523	Proton		
523.1	Atomgewicht	1,00721	Berechnet aus 524.1 und 521.1
523.2	Ruhmasse	$1{,}6606 \cdot 10^{-24}$ g	Berechnet aus 511 und 523.1
523.3*	Verhältnis der Ruhmasse des Protons zu der des Elektrons	1838,3	B. (spektroskopisch)
523.4	Spezifische Ladung	95,80 int. Coul mg^{-1}	Berechnet aus 521.3 und 523.2
523.5*	Wellenlänge nach de Broglie für 1 Volt	0,284 64 Å	Berechnet aus 523.2
524	Wasserstoffisotop ^{1}H		
524.1	Atomgewicht	1,00776	O. Hahn, Chem. Ber. **68** A (1935) S. 10
524.2	Ruhmasse	$1{,}6615 \cdot 10^{-24}$ g	Berechnet aus 511 und 524.1
524.3*	Verhältnis der Ruhmasse des ^{1}H-Atoms zu der des Elektrons	1839,3	Berechnet aus 521.2 und 524.2
525	Wasserstoff		
525.1	Atomgewicht	1,0078	Intern. Atomgew.-Tab., Chem. Ber. **68** A (1935) S. 10; Moles, Z. phys. Chem. **115** (1925) S. 71
526	α-Teilchen		
526.1	Atomgewicht	4,001 08	Berechnet aus O. Hahn, Chem. Ber. **68** A (1935) S. 10 und 521.1
526.2	Ruhmasse	$6{,}597 \cdot 10^{-24}$ g	Berechnet aus 511 und 526.1
526.3	Spezifische Ladung	48,23 int. Coul mg^{-1}	Berechnet aus 521.3 und 526.2
526.4*	Wellenlänge nach de Broglie für 1 Volt	0,100 98 Å	Berechnet aus 526.2
527*	Sauerstoff		
527.1*	Atomgewicht	16	Internat. Atomgew.-Tab., Chem. Ber. **68** A (1935) S. 10



Lfde. Nr.	Bezeichnung	Wert	Bemerkungen
528	Sauerstoffisotop ^{16}O		
528.1*	$^1/_{16}$ der Ruhmasse	$1{,}649 \cdot 10^{-24}$ g	Berechnet aus O. Hahn, Chem. Ber. **68** A (1935) S. 10 und 511
529*	Silber		
529.1	Atomgewicht	107,880	Intern. Atomgew.-Tab., Chem. Ber. **68** A (1935) S. 12
53	Energie-Massen-Äquivalente		
531	Energieäquivalent der ruhenden Masse 1g	$8{,}9910 \cdot 10^{20}$ erg	Berechnet aus 411
532	Energieäquivalent der Masse eines ruhenden Elektrons	0,8122 μerg = 0,5105 *e*MV	Berechnet aus 411 und 521.2 sowie 521.7
533*	Energieäquivalent einer ruhenden Atomgewichtseinheit ($^1/_{16}$ der Masse von ^{16}O)	1,482 merg = 0,932 *e*GV	Berechnet aus 531 und 511 oder aus 411 und 528.1 sowie 521.7
534	Massenäquivalent von 1 erg	$1{,}1122 \cdot 10^{-21}$ g	Berechnet aus 531
535	Massenäquivalent von 1 *e*MV	$1{,}769 \cdot 10^{-27}$ g	Berechnet aus 521.7 und 411
536	Atomgewicht von 1 *e*MV	$1{,}073 \cdot 10^{-3}$	Berechnet aus 535 und 511
	6. Quantenkonstanten.		
61	Plancksches Wirkungsquantum	$6{,}544 \cdot 10^{-27}$ erg s = $6{,}542 \cdot 10^{-34}$ int. Coul Weber	R. T. Birge, Phys. Rev. (2) **40** (1932) S. 22. Vgl. auch R. A. Millikan, Phys. Rev. (2) **35** (1930) S. 1231; R. Ladenburg, Hdb. Phys., 2. Aufl., **23** (1933) S. 22 u. Ann. Phys. (5) **16** (1933) S. 468; P. Kirkpatrick u. P. A. Ross, Phys. Rev. (2) **45** (1934) S. 454
62*	Proportionalitätskonstante c_1 des Planckschen Strahlungsgesetzes	5,884 μerg $cm^2 s^{-1}$	Berechnet aus 411 und 61
63*	Chemische Konstante für das Atomgewicht 1 und das Quantengewicht 1	$-1{,}588 + \lg(\text{Atm}\, g^{-3/2}\, \text{grad}^{-5/2}) = 4{,}418 + \lg(\text{dyn}\, cm^{-2}\, g^{-3/2}\, \text{grad}^{-5/2})$	Berechnet aus 511, 512 und 61
64*	Feinstrukturkonstante der Spektren	0,007 29 = 1/137,3	Berechnet aus 331, 411, 521.3 u. 61

Erläuterungen.

1. Allgemeines.

Den Angaben des Entwurfs liegen vor allem die folgenden Abhandlungen zugrunde:

F. Henning und W. Jaeger, Handbuch der Physik von Geiger und Scheel, Bd. 2 (1926) S. 487 (abgekürzt H. u. J.);

R. T. Birge, Phys. Rev. (2) **33** (1929) S. 265 (kurzer Sitzungsbericht) und Phys. Rev. Suppl. 1 (1929) S. 1; Berichtigung ebenda S. 251 (abgekürzt B.).

Da die Zusammenstellung hauptsächlich allen denen helfen soll, die rasch einen zuverlässigen Wert finden möchten, hat der AEF davon abgesehen, mittlere Fehler anzugeben. Wer hierüber Näheres wissen will, möge die in der Spalte „Bemerkungen" aufgeführten Abhandlungen nachschlagen. Das Schrifttum ist etwa bis Anfang 1935 berücksichtigt.

Nach allgemeinem Brauch sind so viele Stellen angegeben, daß die vorletzte Stelle als sicher angesehen werden darf. Dies bezieht sich nur auf Meßergebnisse; vereinbarte Konstanten (131, 15, 172, 212.2, 322, 527.1) sind natürlich absolut genau. Die ebenfalls vereinbarte erste Zahl unter 16 ist abgerundet.

Eine sehr reichhaltige „Leiter typischer Größen" findet sich in den Mitteilungen des Hörbiger-Instituts 1 (1934) Nr. 2, S. 21.

2. Definition der Stoffe (191, 192, 221, 527, 529).

Bei Stoffen, für die Isotope bekannt sind, ist durchweg das gewöhnliche Gemisch von Isotopen gemeint.

3. Gesetzliche und thermodynamische Temperaturskale (21).

Die gesetzliche Skale unterscheidet sich nur unterhalb von 0 °C von der thermodynamischen; oberhalb davon sind beide Skalen, soweit man mit dem Gasthermometer beobachten kann, als gleich anzusehen. Die nach den gesetzlichen Vorschriften berechnete Temperatur liegt in der Nähe von — 39 ° um etwa 0,033 °, in der Nähe von — 78 ° C um 0,046 ° tiefer als die thermodynamisch (mit dem Heliumthermometer) gemessene. Beim Siedepunkt des Sauerstoffs stimmen beide Skalen nach Definition wieder überein. Der Siedepunkt des Wasserstoffs kann nicht in der gesetzlichen Skale angegeben werden, da diese nicht so weit festgelegt ist.

Die unter 211 und 212 angegebenen Temperaturen bedeuten stets die Temperaturen, bei denen jedesmal zwei Phasen des genannten Stoffs miteinander im Gleichgewicht sind, wenn der Druck eine physikalische Atmosphäre beträgt (flüssig/dampfförmig, fest/flüssig oder fest/dampfförmig).

4. Konstanten des leeren Raums (33).

Wird mit ε_0 die Verschiebungskonstante, mit μ_0 die Induktionskonstante bezeichnet, so ist $1/\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}$ die Lichtgeschwindigkeit im leeren Raum (411), $\sqrt{\mu_0/\varepsilon_0}$ der Wellenwiderstand des leeren Raums.

5. Strahlungskonstanten (422, 423, 62).

Das Plancksche Strahlungsgesetz ist in der Form

$$E_\lambda = c_1 \frac{\lambda^{-5}}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1} = c^2 h \frac{\lambda^{-5}}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1}$$

geschrieben gedacht. Die Konstante des Wienschen Verschiebungsgesetzes ist das konstante Produkt

$$\lambda_{\max} T = c_2/4{,}9651 .$$

6. Wellenlängen nach de Broglie (521.5, 522.3, 523.5, 526.4).

Sie sind berechnet nach der Gleichung

$$\lambda = \frac{h}{m\,v} = \frac{h}{m_0\,v} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} ,$$

wo m die Masse, m_0 die Ruhmasse, v die Geschwindigkeit des Teilchens und c die Lichtgeschwindigkeit bedeutet. Führt man v auf die Spannung U zurück, so erhält man für geringe Geschwindigkeiten (nach 61 und 521.3)

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2\,m\,Q\,U}} = 0{,}366\,80 \frac{1}{\sqrt{\frac{m_0}{10^{-24}\,g}\, n\, \frac{U}{\text{Volt}}}}\ \text{Å} ,$$

wo Q die Ladung und n die Zahl der Elementarentladungen des Teilchens bedeutet. Bei höheren Geschwindigkeiten (Spannungen) wäre die Gleichung

$$\lambda = \frac{h}{m_0\,c\,p\,\sqrt{2 + p^2}}$$

zu benutzen, wo p durch

$$p = \sqrt{\frac{Q\,U}{m_0\,c^2}}$$

definiert ist.

7. Verhältnisse atomarer Massen (523.3 und 524.3).

Die aus Ablenkungsversuchen gewonnenen Werte unterscheiden sich merklich von den aus spektroskopischen Messungen gefundenen. Aus Ablenkungsversuchen ergibt sich bei Nr. 523.3 der Wert 1847, bei Nr. 524.3 der Wert 1848.

8. Atomgewichtseinheit (528.1 und 533).

Die internationale Atomgewichtstabelle setzt das Atomgewicht des Sauerstoffs O gleich 16. Diese chemische Atomgewichtseinheit ist aber, wie man seit der Entdeckung der Sauerstoff-Isotope ^{18}O und ^{17}O weiß, nicht identisch mit der bei massenspektrographischen und optisch-spektroskopischen Untersuchungen verwendeten Atomgewichtseinheit $^{16}O = 16$. Die chemische Atomgewichtseinheit ist etwas größer als die massenspektrographische; nach R. Mecke und W. H. J. Childs [Z. Phys. 68 (1931) S. 377] beträgt der vorläufig bestimmte Faktor für die Umrechnung von massenspektrographisch bestimmten Atomgewichten in chemisch bestimmte 1,000 22.

9. Chemische Konstante für das Atomgewicht 1 und das Quantengewicht 1 (63).

Sie ist berechnet als

$$\lg\left[\left(\frac{2\pi}{N}\right)^{3/2}\frac{k^{5/2}}{h^3}\right],$$

wo N die Loschmidtsche Zahl, k die Boltzmannsche Konstante und h das Wirkungsquantum ist.

10. Feinstrukturkonstante (64).

Sie ist gleich $e^2/(2\,\varepsilon_0\,h\,c)$, wo e das elektrische Elementarquantum bedeutet.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Ruhr-Lippe, Essen. 11. IX. (Mi), 19 h 30 m, Essen, Haus der Technik: „Die Verwendung und Verlegung von Aluminiumkabeln unter bes. Berücks. der Verbindungsstellen." Dr.-Ing. Otten.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Die Opfer des Brandunglücks auf der Funkausstellung.

Am 19. August, abends, geriet die Halle IV der Großen Deutschen Rundfunkausstellung zu Berlin in Brand. Nur noch wenige Menschen waren in der Halle; drei von ihnen haben bei der Bekämpfung des Brandes in aufopfernder Pflichterfüllung den Tod gefunden.

Erich Keßler †, 38 Jahre alt, war der Werbeleiter der Firma Telefunken und gleichzeitig Leiter ihres Ausstellungsstandes. Seit 20 Jahren gehörte Erich Keßler zur Elektrotechnik, weite Kreise kannten ihn durch seine Tätigkeit und seine zahlreichen Veröffentlichungen und schätzten sein entgegenkommendes, hilfsbereites Wesen. Er hat bis zum äußersten auf seinem Posten ausgeharrt und so seine ideale, pflichtbewußte Lebensauffassung mit dem Tode besiegelt.

Georg Schmidt †, Dipl.-Ing., 36 Jahre alt, war Leiter der Rundfunkvertriebsabteilung der AEG. Vor 12 Jahren war er zur AEG gekommen und schon frühzeitig in selbständige Stellungen aufgerückt. Von der bereits brennenden Halle aus bemühte er sich um die Alarmierung der Feuerwehr; die Flammen haben ihm den Rückweg abgeschnitten. Mit Georg Schmidt hat die AEG einen besonders tüchtigen und bei allen Arbeitskameraden beliebten Mitarbeiter verloren.

Karl Uebler † aus Nürnberg, 48 Jahre alt, weilte als Generalvertreter der Berliner Firma Karl Stein noch zu Besprechungen in der Halle. Weite Kreise des Rundfunkhandels kannten und schätzten ihn als den Typus des zuverlässigen, hilfsbereiten technischen Kaufmannes. Auch er beteiligte sich sofort an der Bekämpfung des Brandes und hielt am Hydranten aus, bis ihn die Flammen erfaßten; er erlag seinen schweren Verletzungen im Krankenhaus.

Die Drei, die auch schon als Soldaten im Kriege ihren Mann standen, haben in treuester Pflichterfüllung ihr Leben für die Allgemeinheit und für ihre Werksgemeinschaft eingesetzt. Ihr mannhaftes Tun soll ihnen unvergessen bleiben.

H. Methling. — Am 2. 9. 1935 blickte der Abteilungsleiter im Reichskriegsministerium Ministerialrat H. Methling auf eine 40jährige Dienstzeit bei der Marine zurück. Am 2. 1. 1872 zu Stettin geboren, besuchte er das Realgymnasium seiner Vaterstadt und darauf, nach Ablegung der Reifeprüfung, die T. H. Charlottenburg. Nach der Abschlußprüfung im Sommer 1895 trat er als Bauführer in die Kaiserliche Marine ein. Im Frühjahr 1907 wurde er in das Reichsmarineamt berufen und hatte hier an der Entwicklung der Geschütztürme für die schwere Artillerie vornehmlich der Großkampfschiffe zu arbeiten. Damit waren umfangreiche Aufgaben auf elektrotechnischem Gebiete verbunden. Diese Arbeiten mußten während des Krieges um anderer Aufgaben willen unterbrochen werden, wurden aber nach dem Kriege von H. Methling weitergeführt, besonders in Richtung der Feuerleit- und Fernsteueranlagen auf elektroartilleristischem Gebiet. Daß hier die technischen Möglichkeiten, die die Industrie mit ihren Laboratorien und Werkstätten bot, den Borderfordernissen und militärischen Forderungen entsprechend richtig und erfolgreich angesetzt wurden, ist nicht zuletzt dem Wirken von Ministerialrat Methling zu danken.

LITERATUR.

Besprechungen.

Der kupferarme Transformator. Von Prof. Dr. techn. M. Vidmar. Mit 17 Abb. i. Text, IV u. 92 S. in gr. 8⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1935. Preis geh. 7 RM.

Der Verfasser der vorliegenden Studie ist bereits mit einer großen Zahl von Aufsätzen und Schriften, die sich mit der Entwurfstheorie des Transformators beschäftigen, an die Öffentlichkeit getreten. Die neue Arbeit weicht insofern von den früheren ab, als sie sich ernstlich bemüht, die Theorie mit den Ansichten des Praktikers, der die Wirklichkeit mit ihrer ganzen Vielfältigkeit berücksichtigen muß, in Übereinstimmung zu bringen. Diese Wandlung ist sehr zu begrüßen! Während die Entwurfstheorie früher die geringsten Baukosten anstrebte, sucht sie heute die geringsten jährlichen Kosten. Daß die neue Problemstellung in volkswirtschaftlicher Hinsicht die richtigere ist, bedarf keiner Erläuterung. Sie beginnt schon seit Jahren sich in dem Maße durchzusetzen, als der Transformatorenkäufer bereit ist, die Energieverluste zu bewerten. Die Höhe der Bewertung hängt natürlich von den Stromkosten ab und ist für Wasser- und Wärmekraftwerke sehr verschieden. Für Wärmekraftwerke erfüllen nach den Rechnungen des Verfassers die normalen Netztransformatoren mit einem Verhältnis der Verluste im Eisen und Kupfer wie etwa 1 : 3 die Forderung nach den geringsten Jahreskosten recht gut. Dagegen sollte bei Transformatoren für Wasserkraftwerke das Verlustverhältnis 1 : 1 betragen, da die Stromkosten hier nur durch die Anlagekosten des Kraftwerkes bedingt sind. Der Verwirklichung dieses Verlustverhältnisses steht jedoch der Magnetisierungsstrom entgegen, der die Überschreitung einer gewissen Sättigungsgrenze im Eisen nicht zuläßt. Als Ausweg wird daher ein Transformator mit relativ viel Eisen und relativ wenig Kupfer vorgeschlagen. Die Baukosten einer derartigen Ausführung sind natürlich höher als bei einer solchen mit optimaler Gewichtsaufteilung. Eine Erhöhung der Baukosten wäre aber zu rechtfertigen, wenn sie von einer Verminderung der Kosten für die Verlustenergie übertroffen werden würde. Nach den durchgeführten



Rechnungsbeispielen besteht leider wenig Hoffnung, daß die kupferarme Konstruktion wirtschaftliche Vorteile gegenüber der normalen durch Ersparnisse an Stromkosten bringen könnte. Das Büchlein wendet sich in erster Linie an den Transformatorenbauer; jedoch wäre zu wünschen, daß es auch in den Kreisen der Verbraucher weite Verbreitung findet. Denn die Bemühungen des Herstellers, eine in bezug auf die Gesamtbetriebskosten wirtschaftliche Konstruktion zu schaffen, können nur dann zu einem vollen Erfolg führen, wenn der Käufer die Eisen- und Kupferverluste richtig bewertet und die Bewertungsziffern bekanntgibt. R. Küchler.

„Hütte". Des Ingenieurs Taschenbuch. Herausg. vom Akademischen Verein Hütte, e. V. in Berlin. IV. Band, 26. neubearb. Aufl. Mit 1460 Abb., XXIV u. 1215 S. in kl. 8⁰. Verlag Wilh. Ernst & Sohn, Berlin 1935. Preis in Leinen 16,50 RM, geb. in Leder 19,50 RM.

Der IV. Band der „Hütte" behandelt die Gebiete der „industriellen Technik", die gegenwärtig für die deutsche Wirtschaft besonders wichtig sind, von der Urerzeugung: Bergbau und Landwirtschaft über Lebensmittel-, Textil- und Lederverarbeitung zu Keramik, Glas usw. Vorangesetzt ist ein Abschnitt über „Verkehrstechnik" (See-, Binnenschiffbau mit Schiffsmaschinenbau, Automobil- und Luftfahrzeugbau) als Ergänzung zum Schlußabschnitt des III. Bandes „Eisenbahnwesen" (ETZ 56 (1935) H. 23, S. 663.) Unter den 13 Abschnitten des Buches sind neue Bearbeitungen die Abschnitte „Hilfsmaschinen und Apparate der verarbeitenden Industrie, die feinmechanische Technik, industrielle Öfen, Büromaschinentechnik, Photographische Technik, Feuerlöschtechnik, wie zahlreiche neu aufgenommene Unterabschnitte.

Die Bearbeitung der verschiedenen Fachgebiete zeichnet sich auch in diesem Bande dadurch aus, daß der Text mit vielen Tafeln und Zahlenangaben aus dem praktischen Betrieb versehen und bei seiner naturgemäßen Kürze durch die Angabe von Schrifttumstellen ergänzt ist. Für den Elektrotechniker bietet der Band die Möglichkeit, sich auf ihm fernerliegenden Fachgebieten zu unterrichten, in denen die Elektrizität als Antrieb für die Maschinen oder auch als Hilfsmittel bei der Durchführung der Arbeitsverfahren als Licht-, Wärme-, Kraftquelle gute Verwendung bereits findet oder weitere Verwendung finden kann. Vielfach wird die Angabe auffallen, daß die Elektrizität wohl viele Vorteile bietet, aber wegen ihres hohen Preises nicht eingesetzt werden kann und dadurch anderen Energiequellen gegenüber im Verzug bleibt. Gute Hinweise sind auf die Verwendung der Elektrizität im Abschnitt „Bergbau- und Tiefbohrtechnik" zu finden, auf welchem Gebiet gerade in den letzten Jahren diese bei den Gewinnungsarbeiten, wie z. B. bei der maschinellen Schrämarbeit, beim Herstellen der Bohrlöcher, beim Förderwesen zusehends, und zwar auch in Schlagwettergruben Eingang gefunden hat. Andere für die Einführung der Elektrizität wichtige Abschnitte sind die „Landwirtschafts- und Forstwirtschaftstechnik", „Hilfsmaschinen und Einrichtungen der verarbeitenden Industrie", bei denen nur die magnetische Erzaufbereitung, elektrostatischen Staubabscheider, Elektrizität als Wärmequelle erwähnt seien, „Nahrungsmittel und verwandte Gebiete", in dem der Energiewirtschaft im Schlachthausbetrieb und in der Milchwirtschaft besondere Unterabschnitte gewidmet sind. Im Abschnitt „Faserstoffe und Papiertechnik" ist auf die elektrischen Antriebe der Papiermaschinen, wie auf die in der Textiltechnik eingegangen. Beachtenswert ist die Elektromagnetschere bei den Stoffzuschneidemaschinen. Sehr wichtig für den Elektrotechniker ist der Abschnitt „Industrielle Öfen". Die Elektroherdöfen zum Schmelzen und Raffinerien, elektrische Öfen für Glühzwecke, Vergütungsöfen, Härte- und Glühöfen dürften lückenlos behandelt sein. Im Abschnitt „Feinmechanik" ist die derzeitige Verwendung der Elektrizität in der Schalttechnik als Schalter, Schaltwerke, Relais und Verstärker erschöpfend erörtert. Dasselbe ist für den Abschnitt „Photographische, Kino-, Radiotechnik" zu sagen. Allein die Radiotechnik umfaßt 35 Druckseiten und ist bis zum letzten Stand des Fernsehens und der Bildtelegraphie erörtert. Ein Gesamtverzeichnis für die jetzt in 26. Auflage vorliegenden 4 Bände der „Hütte" beschließt dies wertvolle Werk, dessen Erwerb nur jedem Elektrotechniker zur Förderung seines Sondergebiets auf den verschiedensten Fachgebieten, um diese kennenzulernen, empfohlen werden kann. A. Przygode.

Remsen's Einleitung in das Studium der Chemie. Neu bearb. u. neu herausg. von Prof. Dr. H. Reihlen. 9., völl. neubearb. Aufl. Mit 56 Abb. u. 4 Taf., XII u. 317 S. in gr. 8⁰. Verlag Theodor Steinkopff, Dresden u. Leipzig 1935. Preis geb. 10 RM.

Das Buch stellt eine Neubearbeitung des früher unter dem Titel: Remsen-Seubert, Einleitung in das Studium der Chemie, erschienenen Buches dar, das die deutsche Bearbeitung eines amerikanischen Lehrbuches bildete. Dieses Buch stellte daher an die Kenntnisse des Chemiestudenten geringere Voraussetzungen, als sie im allgemeinen beim deutschen Besucher einer höheren Lehranstalt in Frage kamen. Der Bearbeiter der vorliegenden 9. deutschen Auflage sagt allerdings, daß in Zukunft die Zeiteinteilung des Gymnasiasten der oberen Klassen sowie des jungen Studenten der Zeiteinteilung des amerikanischen Studenten sich weitgehend nähern wird und gebieterisch zu einer Vereinfachung des naturwissenschaftlichen Anfängerunterrichtes zwingen wird, da erheblich größere Voraussetzungen, die an der Hochschule bei unserer Jugend gemacht worden seien, mit einer Vernachlässigung der körperlichen und einem fast völligen Verzicht auf staatsbürgerliche Erziehung erkauft worden seien. Diesem Standpunkt sollte bei der Neubearbeitung des Buches Rechnung getragen werden. Bei dieser Neubearbeitung wurden zunächst viele inzwischen veraltete Teile erheblich geändert. Grundsätzlich beibehalten wurden, wie der Bearbeiter in seinem Vorwort selbst hervorhebt, der breite Stil, die vielfachen Wiederholungen, die ausführliche Behandlung aller Rechenbeispiele, die Betonung des technisch Wichtigen und die Absicht, von der physikalischen Chemie wenigstens im ersten Teil des Buches nur soviel zu bringen, als zum Verständnis der reinen Chemie unerläßlich ist.

In diesem Rahmen kann daher das Buch in seiner neuen Bearbeitung nur diejenigen Voraussetzungen für sich beanspruchen, die für einen gutgeleiteten Chemieunterricht an einer höheren Lehranstalt, z. B. einem Gymnasium, oder an einer mittleren technischen Lehranstalt gefordert werden. In diesem Rahmen hätte man aber gegenüber den früheren Auflagen wahrscheinlich die Anleitung zu chemischen Versuchen besser nicht gestrichen und damit dem Buche seine Verbindung zwischen Lehrbuch und Laboratoriumsanleitung lieber gelassen. Für die Vorlesungen über Chemie an einer deutschen Universität oder technischen Hochschule kommen aber auch heute noch die vorhandenen vorzüglichen deutschen Lehrbücher über Chemie nach wie vor in Betracht, die mit ihrer weit gründlicheren und wissenschaftlich tieferen Erfassung ihres Fachgebietes gerade heute um so unentbehrlicher sind, wo neben der rein körperlichen Ertüchtigung und der erforderlichen staatsbürgerlichen Schulung die immer und immer wieder betonte Steigerung aller Leistungen angestrebt und eine Verflachung vermieden werden muß.

Betrachtet man das Buch in seinem vorgezeichneten Rahmen, so muß man sagen, daß es seiner Aufgabe darin gerecht wird. Es kann mit Erfolg auch von allen denen zur Hand genommen werden, die der Chemie ferner stehen und sich über bestimmte chemische Stoffe und Vorgänge rasch und doch zutreffend unterrichten wollen. G. Eger.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Wissenschaftliche Leitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 43. Wer liefert Synchronmotoren für elektrische Uhren?

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 29. August 1935.

Für den Textteil verantwortlich in Vertretung Walther Windel in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | **Berlin, 12. September 1935** | **Heft 37**

Das 60(100)/50/30 kV-Umspannwerk Breitungen.

Von Dipl.-Ing. **K. Thürwächter**, Weimar.

621. 316. 26-742

Übersicht. Die Aufgaben des von der Thüringischen Landeselektrizitätsversorgungs AG., Thüringenwerk Weimar, im Winter 1933/34 erbauten 60(100)/50/30 kV-Umspannwerkes und seine Bedeutung im Rahmen der mitteldeutschen Elektrizitätswirtschaft werden dargestellt. Die Schaltbilder des jetzigen Ausbaues und des vollausgebauten Umspannwerkes nach der Umstellung von 60 bzw. 50 kV auf 100 kV werden besprochen und die Umstände erläutert, die zur Freiluftbauweise des Umspannwerkes und zur Wahl von Ölschaltern für die 50- und 60 kV-Schaltanlage sowie von Druckgasschaltern für die 30 kV-Schaltanlage führten. Ausführlich werden die Umspanner beschrieben, die drei Arbeitswicklungen und eine Ausgleichswicklung sowie je einen Regelbereich von ± 16 % auf der 30- und 50 kV-Seite besitzen. Sodann folgt ein kurzer Hinweis auf die Beförderungsanlagen im Umspannwerk.

Aufgaben des Umspannwerkes.

In einem Aufsatz von H. Kyser in dieser Zeitschrift[1]) war als eine der Aufgaben des Spitzenkraftwerkes der Saaletalsperre die Entlastung des gesamten mittel- und westthüringischen Netzes des Thüringenwerks und eines Teiles des Ostnetzes der Preußischen Elektrizitäts AG. bezeichnet worden. Die Einspeisung des Spitzenstromes in das 50 kV-Thüringenwerknetz erfolgt unmittelbar über das Umspannwerk Bleiloch[2]). Zur Entlastung des 60 kV-Ostnetzes der Preuß. Elektrizitäts AG. mußte zwischen Breitungen, dem östlichen Endpunkt dieses Netzes, und Jena, dem Mittelpunkt des 50 kV-Thüringenwerknetzes, eine Verbindung geschaffen und im Kupplungspunkte beider Landesnetze ein 60/50-kV-Umspannwerk errichtet werden. Wenn dieses Umspannwerk nicht in Jena, sondern in Breitungen errichtet wurde, so hatte dies seinen Grund darin, daß dem neuen Freiluftumspannwerk Breitungen im Rahmen der vertraglichen Vereinbarungen zwischen der Preuß. Elektrizitäts AG. und dem Thüringenwerk sowie zwischen dem Thüringenwerk und der Thüringer Elektrizitäts-Lieferungs-Gesellschaft (Thür.E.L.G.) noch folgende weitere Aufgaben zugewiesen werden mußten:

1. Erhöhung der Leistung und des Regelbereiches des im Jahre 1923/24 von der Preuß. Kraftwerke Oberweser AG., der Rechtsvorgängerin der Preuß. Elektrizitäts AG., errichteten 60/30 kV-Umspannwerkes Breitungen, das zwei Umspanner mit einer Leistung von je 7500 kVA und einem Regelbereich von ± 3 · 3 % besaß. Es fehlte die erforderliche Reserveleistung; auch genügte der Regelbereich der Umspanner nicht mehr für alle Betriebsfälle.

2. Außerhalb der Spitzenzeit sollte künftig nicht nur wie bisher das Breitunger Gebiet der Thür.E.L.G., sondern auch das Gothaer Gebiet und weitere Teile des südthüringischen 50 kV-Landesnetzes mit Strom aus dem Netz der Preuß. Elektrizitäts AG. beliefert werden. Die Versorgung von Südthüringen konnte durch die eingangs erwähnte neue Leitung Breitungen—Jena erfolgen; zur Belieferung des Umspannwerkes Gotha, das bisher aus der mittelthüringischen 50 kV-Landessammelschiene Jena—Erfurt—Gotha gespeist worden war, mußte in das neue Umspannwerk Breitungen ein 50 kV-Abzweig nach Gotha eingegliedert werden.

3. Bei der Schaffung der neuen Anlagen mußte Bedacht genommen werden auf künftige Entwicklungsmöglichkeiten. Liegt doch die Leitungsstrecke Jena—Breitungen im Zuge der mitteldeutschen Sammelschiene von Borken bis Böhlen, die zwischen Böhlen und Jena bereits mit 100 kV betrieben wird. Das neue Umspannwerk mußte so ausgestaltet werden, daß es anstatt mit 50 bzw. 60 kV später auch mit 100 kV betrieben werden kann, und von vornherein für den späteren Vollausbau entworfen werden, damit eine gute Eingliederung des jetzigen Teilausbaues in den späteren Vollausbau gewährleistet war.

a neu errichtetes 60(100)/50/30 kV-Freiluftumspannwerk der Thüringischen Landes-Elektrizitätsversorgungs AG. Thüringenwerk
b 60/30 kV-Umspannwerk der Preußischen Elektrizitäts AG. (vorhanden)
c 6/30 kV-Schalt- und Umspannanlage der Thüringischen Elektrizitäts-Lieferungs-Gesellschaft (vorhanden)
d Maschinenschaltanlage der Thüringischen Elektrizitäts-Lieferungs-Gesellschaft (vorhanden)

Abb. 1. Schaltbild des neu errichteten Freiluftumspannwerkes und der bereits vorhandenen Anlagen.

Da bereits verschiedene Veröffentlichungen über Umspannwerke des Thüringenwerks[3]) erschienen sind, die

[1]) ETZ 54 (1933) S. 669, 697.
[2]) Siehe ETZ 55 (1934) S. 137, Abb. 1 (Netzplan).
[3]) Kyser, Das 100/50/10 kV-Umspannwerk Jena. Siemens-Z. 9 (1929) S. 65 u. 144; Koetzold, Das Umspannwerk Bleiloch. Siemens-Z. 13 (1933) S. 315; Thürwächter u. Klaus, Das 100/50 kV Umspannwerk Zeitz. AEG-Mitt. (1934) S. 279.



zum Teil ausführliche Einzelheiten über die grundsätzliche Ausgestaltung dieser Anlagen enthalten, so beschränken sich die nachstehenden Ausführungen auf einen allgemeinen Überblick mit der Darstellung der besonderen Umstände, welche die Durchbildung des Umspannwerkes Breitungen beeinflußt haben.

Schaltbilder.

Die verschiedenen Aufgaben des neuen Umspannwerkes, insbesondere die Beherrschung der mit dem häufigen Energiewechsel zu erwartenden Spannungsänderungen waren betrieblich und wirtschaftlich am besten durch zwei Dreiwicklungsumspanner 60(100)/50/30 kV mit großem Regelbereich auf der 50- und 30 kV-Seite zu lösen, die das Kernstück der neuen Anlage bilden und in dem Gesamtschaltbild (Abb. 1) des ersten Ausbaues des neuen Umspannwerkes sowie der bereits vorhandenen Anlagen deutlich hervortreten. Die 60 kV-Wicklungen der Umspanner sind an die 60 kV-Einfachsammelschiene des neuen Freiluftumspannwerkes angeschlossen, die über einen Trennschalter mit der Sammelschiene der vorhandenen Gebäudeanlage der Preuß. Elektrizitäts AG. verbunden ist.

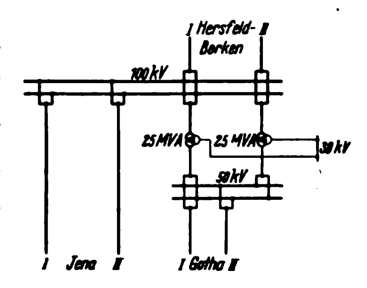


Abb. 2. Schaltbild des Freiluftumspannwerkes Breitungen nach Umstellung auf 100 kV.

Für den Vollausbau der neuen 60 kV- und späteren 100 kV-Freiluftschaltanlage sind jedoch, wie das Schaltbild (Abb. 2) erkennen läßt, Doppelsammelschienen in Aussicht genommen, um allen Entwicklungsmöglichkeiten Rechnung tragen zu können. Im Gegensatz dazu wurde die 50 kV-Schaltanlage sofort mit Doppelsammelschienen und einem Kuppelschalter ausgerüstet, weil vorauszusehen war, daß auf der 50 kV-Seite während bestimmter Betriebszeiten zwei Sammelschienen mit verschiedener Spannung betrieben werden müssen. Erfordert doch die Versorgung der an der 50 kV-Sammelschiene liegenden Leitung nach Gotha im wesentlichen eine während des ganzen Tages gleichmäßige Spannung, während auf der zweiten von der 50 kV-Sammelschiene abgehenden Freileitung Jena—Bleiloch beim Einsatz des Spitzenkraftwerkes Bleiloch zur Lieferung an die Preuß. Elektrizitäts AG. und bei umgekehrter Stromlieferung in das west- und südthüringische Netz auf der 50 kV-Seite in Breitungen mit bedeutenden Spannungsschwankungen zu rechnen war.

Die 30 kV-Seite der Umspanner wurde über Drei-Bleimantelkabel $2 \cdot 3 \cdot 95\ mm^2$ an die vorhandene 30 kV-Sammelschiene der Thür.E.L.G. angeschlossen.

Ein gemeinsamer Meßsatz, bestehend aus Synchronoskop und zwei Spannungszeigern, dient zur Parallelschaltung auf der 60 kV-, 50 kV- und der 30 kV-Seite. Man kann parallelschalten zwischen der 60 kV-Sammelschiene und jeder der beiden 60 kV-Freileitungen, zwischen der 30 kV-Sammelschiene und den 30 kV-Seiten der Umspanner, zwischen beiden 50 kV-Freileitungen und den 50 kV-Wicklungen der Dreiwicklungsumspanner. Auf eine Synchronisierungsmöglichkeit zwischen den 60 kV-Seiten der Umspanner und der 60 kV-Sammelschiene wurde verzichtet. Für diesen Fall würde auf der 50 kV- oder 30 kV-Seite der Umspanner parallel geschaltet werden.

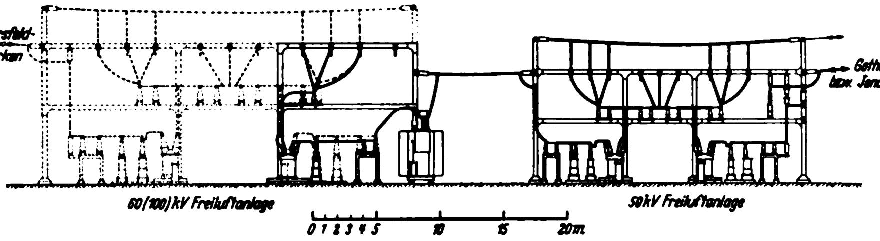
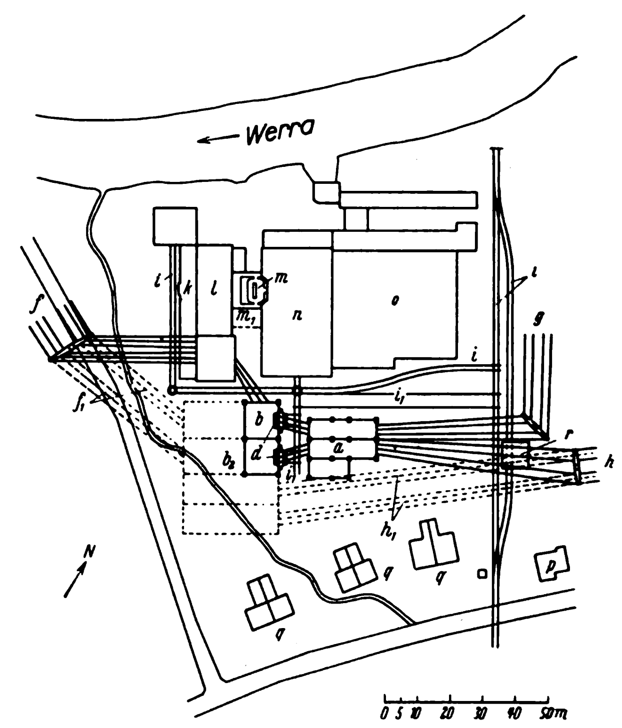


Abb. 4. Schnitt A—B (Abb. 5) des Freiluftumspannwerkes 60 (100) und 50 kV, Breitungen.

Bauweise.

Besondere Beachtung wurde der Wahl des geeignetsten Platzes für das neue Umspannwerk geschenkt, wobei auch die Gesichtspunkte des Luftschutzes eingehend gewürdigt wurden. Geländegestaltung und Bodenbeschaffenheit, die Rücksicht auf die hauptsächlichste Windrichtung, um Rußablagerungen des bestehenden Dampfkraftwerkes Breitungen möglichst zu vermeiden, nicht zuletzt wirtschaftliche und betriebliche Erfordernisse gaben den Ausschlag für die endgültige Wahl des Platzes unmittelbar südlich der bereits vorhandenen Gebäudeanlage (Abb. 3).



neue und künftige Anlagen		vorhandene Anlagen	
a	50 kV-Freiluftschaltanlage	f	60 kV-Doppelleitung Hersfeld—Borken
b	60 (100) kV-Freiluftschaltanlage	i	vorhandenes Transportgleis
b_1	spätere 100 kV-Erweiterung	k	Umspannerzellen
d	Umspanner 60 (100)/50/30 kV	l	Gebäudeschaltanlage 60, 30 u. 6 kV
f_1	100 kV-Doppelleitung Hersfeld—Borken	m	Warte
g	50 kV-Leitung Gotha	m_1	zuerst geplante Erweiterung der Warte
h	50 kV-Leitung Jena	n	Maschinenhaus
h_1	100 kV-Doppelleitung Jena	o	Kesselhaus
i_1	neu erbautes Umspannertransportgleis	p	Pförtnerhaus
		q	Wohnhäuser
		r	Lokomotivschuppen

Abb. 3. Lageplan des Freiluftumspannwerks und der bereits vorhandenen Anlagen in Breitungen.

Lediglich für die 30 kV-Schaltanlage des neuen Umspannwerkes konnten 2 Zellen in der vorhandenen Gebäudeanlage der Thür.E.L.G. freigemacht werden.

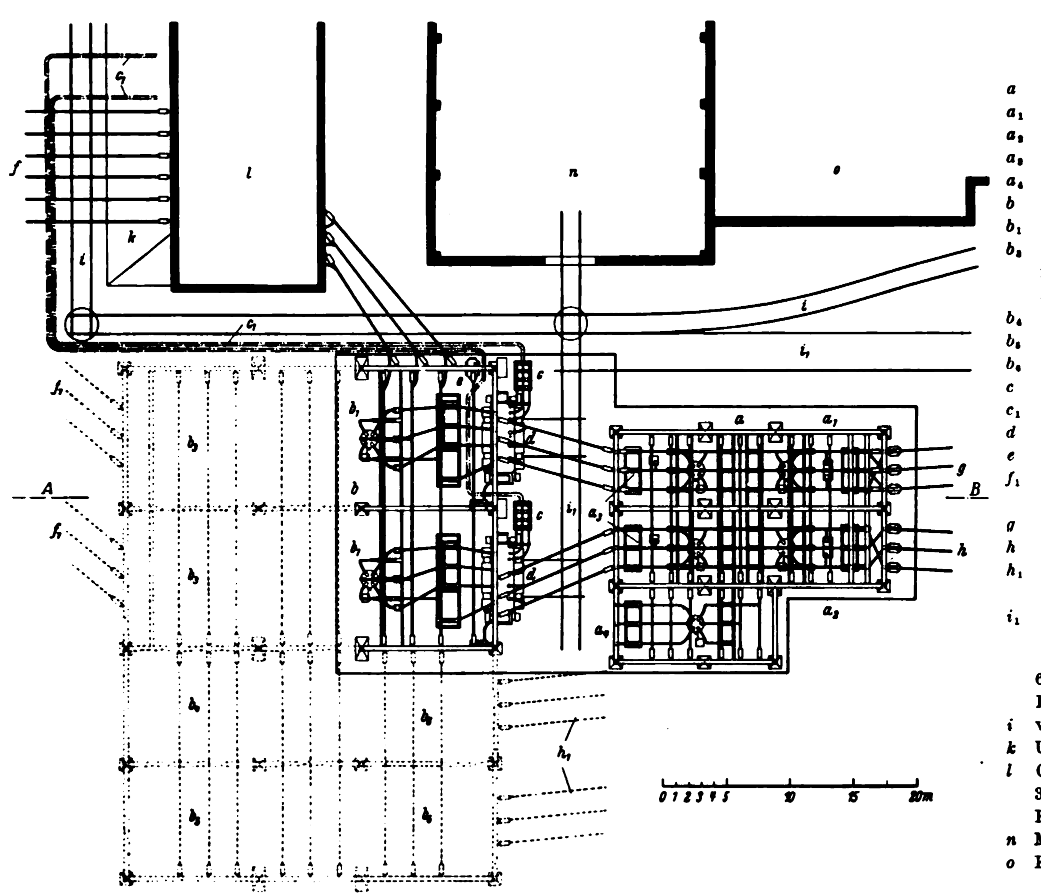
Bei der Entscheidung der Frage, ob das Umspannwerk als Gebäude- oder Freiluftanlage errichtet werden sollte, war zu beachten, daß es möglich sein mußte, später die 60 kV-Anlage und einen Teil der 50 kV-Anlage auf 100 kV umzustellen. Daß eine derartige Umstellung in einer Freiluftanlage, deren Abstände der spannungsführenden Teile von vornherein der später zu erwartenden Spannung angepaßt sind, leichter bewerkstelligt werden kann als in einer Gebäudeanlage, ist offensichtlich. Auch ist der zunächst notwendige Kostenaufwand einer Freiluftanlage dieser Ausführung geringer, als wenn von vornherein ein Gebäude mit Abmessungen für eine 100 kV-Anlage errichtet würde. Da zudem in mehreren anderen 50 kV-Freiluftanlagen des Thüringenwerks bereits langjährige günstige Erfahrungen vorlagen, so fiel die Entscheidung zugunsten einer Freiluftanlage nicht schwer.



Die bei den bisher ausgeführten Freiluftbauten des Thüringenwerks gewählte Anordnung der Sammelschienen-Trennschalter in einem zweiten Geschoß, die sich bestens bewährt hat, mußte auch hier, schon mit Rücksicht auf den späteren Platzbedarf beim Vollausbau der Anlage gewählt werden. Die übrigen Trennschalter sind im Erdgeschoß aufgestellt. Sowohl bei den Doppelsammelschienen der 50 kV-Anlage als auch dem Vollausbau der 100 kV-Anlage umschließt eine äußere hufeisenförmige Sammelschiene die zweite innere Schiene (Abb. 4). Aus Platzmangel mußte die Verbindung der beiden äußeren Teilschienen über die mittlere zweite Schiene hinweggeführt werden. Zur Erhöhung der Sicherheit ist bei der Abspannung dieser Verbindung ein Isolierglied mehr eingebaut worden als bei den Sammelschienen, die in der 50 kV-Anlage mit 4 Isolatoren K 3 und in der 60(100) kV-Anlage mit 7 Isolatoren abgespannt sind.

Das erforderliche Eisengerüst der Freiluftanlage wurde in Peiner Walzträgern ausgeführt.

Die Leitungsabstände, Abmessungen und Isolation der 60 kV-Anlage entsprechen einer Spannung von 100 kV, mit der sie später betrieben wird. Schnitte und Grundriß der vollausgebauten Anlage zeigen die Abb. 4 und 5. Der spätere Ausbau ist durch unterbrochene Striche gekennzeichnet. Die Gesamtansicht des neuen Freiluftumspannwerkes zeigt Abb. 6.



neu errichtete Anlagen und künftige Erweiterungen

- a 50 kV-Freiluftschaltanlage
- a_1 50 kV-Freileitungsfeld Gotha
- a_2 50 kV- „ Jena
- a_3 50 kV-Umspannerfeld
- a_4 50 kV-Kuppelschalterfeld
- b 60 (100) kV-Freiluftschaltanlage
- b_1 60 (100) kV-Umspannerfeld
- b_2 100 kV-Freileitungsfeld Hersfeld—Borken I und II bei Vollausbau
- b_4 100 kV-Kuppelschalterfeld
- b_5 100 kV-Messung
- b_6 100 kV-Freileitungsfeld Jena
- c 30 kV-Trennschalter
- c_1 Kabel zur 30 kV-Schaltanlage
- d Umspanner 60 (100)/50/30 kV
- e Erdschlußspule 50 kV
- f_1 100 kV-Doppelleitung Hersfeld—Borken bei Vollausbau
- g 50 kV-Leitung Gotha
- h 50 kV- „ Jena
- h_1 100 kV-Doppelleitung Jena bei Vollausbau
- i_1 neu erbautes Transportgleis

vorhandene Anlagen

- 60 kV-Doppelleitung Hersfeld—Borken
- i vorhand. Transportgleis
- k Umspannerzellen
- l Gebäudeschaltanlage 60 kV und 30 kV der Thür. E.L.G. und der Preuß. Elektrizitäts AG.
- n Maschinenhaus d. Thür. E.L.G.
- o Kesselhaus d. Thür. E.L.G

Abb. 5. Grundriß des Freiluftumspannwerkes Breitungen.

Leistungsschalter.

Die Bedeutung des Umspannwerkes Breitungen als Kupplungspunkt zweier Landnetze und als Speisepunkt des größten thüringischen Verteilungsunternehmens verpflichtete dazu, bei der Auswahl sämtlicher Geräte vornehmlich auf Betriebssicherheit zu achten und als Leistungsschalter nur Bauformen zu wählen, die sich in allen Einzelheiten bewährt haben. Für 30 kV-Druckgasschalter lagen zur Zeit der Vergebung der Anlage bereits ausreichende Betriebserfahrungen vor. Das Thüringenwerk entschloß sich daher, diese Schalter zu wählen, wobei dieser Entschluß gefördert wurde durch die Absicht der Thür. E.L.G., ihre 30 kV-Schaltanlage Breitungen, deren Ölschalter veraltet waren, durch den Einbau von Druckgasschaltern den gesteigerten Beanspruchungen anzupassen. Die für die 50- und 60 kV-Anlage angebotenen Druckgasschalter-Modelle waren gerade neu entwickelt und erforderten eine lange Lieferfrist. Weiterhin war zu beachten, daß über kurz oder lang eine teilweise Umstellung der Anlage von 60 und 50 kV auf 100 kV notwendig würde. Aus diesen Erwägungen heraus wurden daher für die 50-

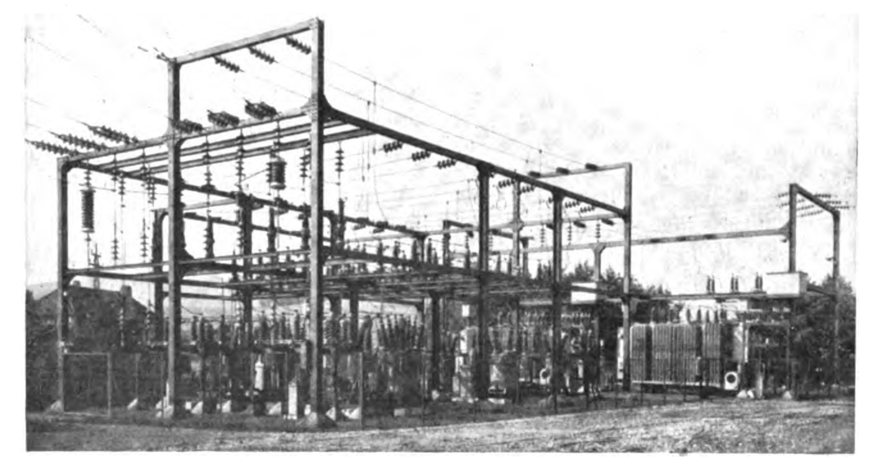


Abb. 6. Gesamtansicht des 60 (100)/50/30 kV-Freiluftumspannwerkes Breitungen.



und 60 kV-Schaltanlage die bereits im Umspannwerk Zeitz des Thüringenwerks erprobten Einkesselölschalter Reihe 60 mit Löschkammern und doppelter Unterbrechung, mit einer Schaltleistung von 600 MVA gewählt.

Der Antrieb dieser Schalter erfolgt durch Drehmagnete, die aus einer bereits vorhandenen Batterie der Thür.E.L.G. gespeist werden. Bei der späteren Umstellung der Anlage auf 100 kV werden lediglich die Geräte der 60 kV-Schaltanlage gegen solche der Reihe 100 ausgewechselt.

Warte.

Da in der vorhandenen Schaltwarte der Thür.E.L.G. sämtliche Schaltfelder besetzt waren und die Warte nicht mehr erweitert werden konnte, war bei der ersten Planung vorgesehen, die neuen Schalttafelfelder in einem Anbau der alten Warte unterzubringen (in Abb. 3 mit m_1 bezeichnet). Doch befriedigte diese Lösung nicht, weil bei der Unterbringung der alten und neuen Schaltfelder in zwei verschiedenen Räumen die Übersichtlichkeit der Gesamtanlage gelitten hätte. Der innige betriebliche Zusammenhang zwischen dem Kraftwerk Breitungen der Thür. E.L.G., dem 60/30 kV-Umspannwerk der Preuß. Elektrizitäts AG. und dem 60(100)/50/30 kV-Umspannwerk des Thüringenwerks machte es erstrebenswert, auch die neuen Schalttafelfelder in der alten Warte unterzubringen. Ermöglicht wurde die Durchführung dieses Gedankens durch die Verwendung der neu entwickelten Steuerquittungsschalter. Es mußten mehrere alte Schalttafelfelder herausgenommen und durch neue Tafeln ersetzt werden, auf denen infolge der gedrängten Bauart der neuen Steuerschalter nicht nur die alten Abzweige Platz fanden, sondern es konnten auch einige Marmortafeln für die neue Anlage freigemacht werden. Die gute Eingliederung der neuen Felder in die vorhandene Schalttafel zeigt Abb. 7, die auch die Ausstattung mit Meßgeräten und die Anordnung der Stufenanzeiger der 50- und 30 kV-Seite der Umspanner erkennen läßt. Um eine übersichtliche Leitungsführung und Klemmenanordnung auf der stark besetzten Rückseite der Schalttafeln zu erreichen, wurden die Schalttafelnischen nach unten in das Kabelgeschoß verlängert und dort die Klemmen angeordnet. Die Überwachung der Steuerstromkreise, die Anzeige zu hoher Temperaturen der Umspanner und des Ansprechens des Buchholz-Schutzes erfolgt durch Schutzkreiswächter, die auf einem Schaltpultfeld zusammengefaßt sind.

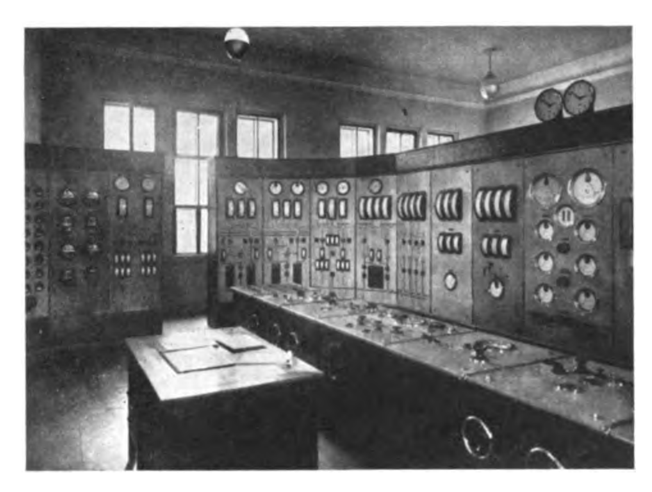


Abb. 7. Ansicht der Warte. In der Mitte die neu eingebauten Schalttafelfelder, kenntlich durch das Blindschaltbild.

Da die Kabelkanäle innerhalb der vorhandenen Gebäudeanlage vollständig besetzt waren, mußte für die in die Warte einzuführenden Steuer- und Meßkabel ein neuer Zugang zur Warte geschaffen werden. Die Kabel wurden außen am Gebäude hoch- und in die Warte eingeführt.

Umspanner.

Folgende Hauptgesichtspunkte wurden bei der Festlegung der Umspanner beachtet. Mit Rücksicht auf die wechselnde Energierichtung wurde verlangt, daß die Kurzschlußspannungen zwischen allen 3 Wicklungen möglichst gleich und nicht zu groß sind. Sowohl die 30 kV- als auch die 50 kV-Wicklungen wurden mit einem möglichst großen, noch ohne besondere technische Schwierigkeiten auszuführenden Regelbereich von ± 16 % ausgestattet. Da die Umspanner später mit 100 kV betrieben werden sollen, wurden sie für Umlötung auf 100 kV eingerichtet. Mit Rücksicht auf die hohe jährliche Betriebsstundenzahl wurden möglichst geringe Eisenverluste angestrebt. Im einzelnen wurden die Umspanner für die in Zahlentafel 1 wiedergegebenen Verhältnisse ausgelegt.

Zahlentafel 1.

Wicklung . . . . . kV	50 (später 100)	30	60 (später 50)
Nennleistung . . kVA	25 000	15 000	15 000
Übersetzungsverhältnis	60 000/52 000 ± 8 · 2 %/33 000 ± 8 · 2 % (104 000/52 000 ± 8 · 2 %/33 000 ± 8 · 2 %)		
mittl. Nennstrom . A	277,5	262,5	144,5
Schaltgruppe	50/30 A 2	60/30 C 1	60/50 C 1
nach der Umschaltung auf 100 kV	100/30 A 2	50/30 A 2	100/50 A 2

Die Umspanner arbeiten selbstkühlend bis zu 60 % ihrer Nennleistung, darüber hinaus mit Preßluftdüsenkühlung.

Überlastbarkeit: 1 h lang um 30 % im Anschluß an Dauerhalblast oder 3 h lang um 10 %.

Nullpunkt auf der 50- und 30 kV-Seite herausgeführt, mit einer in Dreieck geschalteten Ausgleichswicklung von 7500 kVA Leistung, so daß der Umspanner auch nach der Umschaltung in Sternschaltung in den Nullpunkten bis zur Leistung der Ausgleichswicklung belastet werden kann. Die zunächst nicht benötigte Ausgleichswicklung liegt vorläufig parallel zur 50 kV-Regelwicklung und trägt so zu einer Verminderung der Wicklungsverluste bei. Die Leerlaufverluste betragen 42 kW. Die Wicklungsverluste, die gemessen und auf 75 ° Wicklungstemperatur umgerechnet sind, betragen

in der 60 kV-Wicklung	49,0 kW
in der 50(100) kV-Wicklung	86,2 „
in der 30 kV-Wicklung	52,0 „ .

Die Wirkungsgrade sind in der Zahlentafel 2 für $\cos \varphi = 1$ zusammengestellt.

Zahlentafel 2.

a) Übertragung der 50 kV-Leistung (25 MVA) hälftig auf die beiden NV-Wicklungen	99,08 %
b) bei Übertragung von 15 MVA von 60 auf 30 kV . .	98,88 „
c) bei Übertragung von 15 MVA von 50 auf 30 kV . .	99,14 „
d) bei Übertragung von 15 MVA von 60 auf 50 kV . .	98,99 „
Kurzschlußspannungen: 60/30 kV	6,4 „
60/50 kV	8,98 „
50/30 kV	7,6 „

Die höchste Eisensättigung an engster Stelle beträgt 13 000 Gauß. Die Anfangs- und Endwindungen sind verstärkt, insbesondere die Isolation zwischen den Endlagen.

Die Umlötung der Wicklung kann an Ort und Stelle in dem Ausbesserungsraum des Kraftwerkes durchgeführt werden. Die zunächst in zwei Hälften parallel geschaltete 50 kV-Wicklung wird später als 100 kV-Wicklung in Reihe geschaltet, die jetzige 60 kV-Wicklung, die in zwei Hälften hintereinander geschaltet im Dreieck liegt, wird später parallel und als 50 kV-Wicklung in Stern geschaltet.

Die Stufenwähler sowohl für die 50 kV- als auch die 30 kV-Seite sind in je einem besonderen seitlich angebauten Kasten abnehmbar angeordnet. Über diesen abnehmbaren Kästen sitzen die Lastschalter. Erforderlichenfalls können die ganzen Regeleinrichtungen abgebaut und die Umspanner für sich auf einer beliebigen Regelanzapfung betrieben werden. Die Kühlkörper können einzeln abgenommen werden, nachdem einfache Drehklappen, die zwischen Ölkessel und Kühlkörper sitzen, geschlossen sind.

Die Umspanner sind mit schwenkbaren Fahrrollen ausgerüstet. Die Spurweite beträgt bei Fahrtrichtung mit Breitseite voraus 2870 mm, bei Fahrt mit Schmalseite voraus 1435 mm.

Die Hauptabmessungen und Gewichte der Umspanner sind in Zahlentafel 3 zusammengestellt.



Zahlentafel 3.

Länge einschl. Regelschalter	7 350 mm
Länge ohne Regelschalter	5 250 „
Breite	3 300 „
Höhe ohne Ausdehnungsgefäß	5 360 „
Umspanner ohne Öl einschl. 50- und 30 kV-Regeleinrichtung einschl. Lüftersatz	58 300 kg
Ölfüllung	22 600 „
Rollen	1 400 „
Gesamtgewicht	82 300 kg

Bei der gelieferten Ausführung ist für die Hauptkessel je ein Ausdehnungsgefäß vorhanden, während die seitlich angebauten Kästen, in denen sich die Stufenwähler befinden, keine besonderen Ausdehnungsgefäße besitzen, sondern durch kurze Rohrstücke über Absperrhähne an die Hauptkessel angeschlossen sind. Nachträglich entschloß sich das Thüringenwerk, das Verbindungsrohr zu dem Hauptkessel zu entfernen und die Stufenwähler mit besonderen kleinen Ausdehnungsgefäßen und Buchholz-Schutzen auszurüsten, damit im Falle einer Störung an dem Stufenwähler der Hauptkessel vollkommen unberührt bleibt und sofort erkannt werden kann, ob die Störung im Umspanner oder nur im Regelschalter liegt.

Zur Überwachung der Umspanner sind Buchholz-Schutze und Zeigerthermometer eingebaut. Als Überstromschutz sind lediglich die 3 Leistungsschalter des Umspanners mit UMZ-Relais ausgestattet.

Transportanlagen.

Da das Kraftwerk Breitungen der Thür.E.L.G. einen Eisenbahnanschluß und auf dem Werksgelände ein normalspuriges Gleis (in Abb. 3 mit i bezeichnet) mit niedrigem Plattformwagen besaß, machte das Heranbringen der Leistungsschalter und Geräte keine Schwierigkeiten. Für die Umspanner wurde eine besondere Gleisanlage (mit i_1 bezeichnet) mit doppelter Spurweite errichtet, die vom Werksanschlußgleis bis zur Mitte des Umspannwerks führt. Senkrecht dazu schließt sich in dem Freiluftumspannwerk ein normalspuriges Gleis an, auf dem die Umspanner nach dem Versetzen der Räder um 90° bis vor ihren Standort gebracht werden. Das schwierige Drehen der Umspanner wird dadurch vermieden.

Über die Elementarteilchen.

Von **Hans Kopfermann**, Berlin.

539. 15

Übersicht. Die hervorstechendsten Eigenschaften der vier Elementarteilchen — der Elektronen, Positronen, Protonen und Neutronen — werden an Hand einiger experimenteller Sachverhalte beschrieben und die Rollen besprochen, die diese Teilchen beim Aufbau der Atome spielen.

1. Elementarteilchen und Atombau.

Wir kennen heute vier verschiedene Arten von Elementarteilchen, aus denen sich die Materie aufbaut: Protonen, Neutronen, Elektronen und Positronen. Proton und Neutron besitzen, im üblichen Atomgewichtsmaß gemessen, sehr genähert die Masse 1. Das Proton trägt eine positive Elementarladung; das Neutron ist, worauf schon sein Name hindeutet, ein elektrisch neutrales Gebilde. Elektron und Positron haben ebenfalls gleiche Masse; diese ist aber 1838mal kleiner als die Masse der schweren Teilchen. Das Elektron besitzt eine negative, das Positron eine positive Elementarladung.

Die Atomforschung hat gezeigt, welche Rolle diese Teilchen beim Aufbau der Atome spielen. Es besteht innerhalb des Atoms eine scharfe Trennung zwischen leichten und schweren Bestandteilen. Die gesamte schwere Masse, der Atomkern, ist in einem Gebiet innerhalb einer Kugelschale vom Radius von etwa 10^{-13} cm konzentriert, hat im Atomgewichtsmaß gemessen sehr genähert ganzzahlige Masse (die auf die nächste ganze Zahl abgerundete Kernmasse wird als Kernmassenzahl M bezeichnet) und trägt eine ganze Zahl Z von positiven Elementarladungen. Auf Grund dieser Ladung ist der Atomkern befähigt, eine ebenso große Zahl Z negativer Elektronen um sich zu binden und dadurch nach außen hin elektrisch neutral zu wirken. Die Atomelektronen erfüllen ein Raumgebiet um den Kern vom Radius von etwa 10^{-8} cm, die Atomhülle.

Die Elektronen der Atomhülle führen ausgezeichnete Bewegungen um den Kern aus, sogenannte Quantenbahnen, die dadurch gekennzeichnet sind, daß ihre Bahndrehimpulsmomente nur ganz bestimmte, durch ganze Zahlen festgelegte Werte haben können. Die beim Übergang von einer Quantenbahn der Atomhülle zu einer anderen, energieärmeren, freiwerdende Energie wird in Form von monochromatischem Licht (Lichtquant) ausgesandt, wodurch die kennzeichnenden Spektrallinien der betreffenden Atomsorte entstehen.

Der Atomkern baut sich aus Protonen und Neutronen auf, wobei jeder dieser Bausteine jeweils eine Masse der Masseneinheit zur Kernmasse liefert. Jedes Proton bringt außerdem eine positive Ladungseinheit mit, so daß die Massenzahl M des Kerns gleich der Summe der Zahlen der ihn aufbauenden Protonen und Neutronen ist, während die Kernladungszahl Z die Zahl der Protonen im Kern anzeigt. Wir haben also: Zahl der Protonen im Kern gleich Kernladungszahl Z; Zahl der Neutronen im Kern gleich Kernmassenzahl M minus Kernladungszahl Z. Zum Beispiel ist der Kern des gewöhnlichen Wasserstoffatoms, der die Massenzahl 1 und die Kernladungszahl 1 hat, identisch mit dem Proton; der Kern des seltenen, sogenannten schweren Wasserstoffatoms mit der Massenzahl 2 und der Kernladungszahl 1 baut sich aus einem Proton und einem Neutron auf. Beide Kerne sind fähig, wegen der Kernladungszahl 1 ein Elektron in ihrer Atomhülle auf wohldefinierten Quantenbahnen zu binden.

Proton und Neutron sind also die Bausteine des Atomkerns, das Elektron ist Baustein der Atomhülle. Das Positron tritt beim Atomaufbau nicht explizit in Erscheinung. Die Kernumwandlungsversuche drängen zu der Auffassung, daß Proton und Neutron zwei verschiedene Zustände ein und desselben Teilchens, nämlich des schweren Teilchens der Masse 1 sind, die ineinander übergehen können, ganz entsprechend den Übergängen zwischen den Quantenzuständen in der Atomhülle. Ebenso wie dort die Energiedifferenz zweier Zustände als Lichtquant emittiert wird, wird beim Übergang vom Protonen- zum Neutronenzustand ein Positron vom Atomkern ausgesandt, beim Übergang vom Neutronen- zum Protonenzustand ein Elektron. Die leichten Teilchen sind also in den schweren Teilchen schon implizit enthalten, treten aber als Individuen erst beim Übergang zwischen Proton und Neutron in Erscheinung.

Im folgenden sollen die Eigenschaften der Elementarteilchen, soweit sie nicht allgemein bekannt sind, näher beschrieben werden, was gleichzeitig als Begründung und Ergänzung der eben angedeuteten Vorstellungen dienen mag.

2. Das Elektron.

Ladung und Masse des Elektrons sind seit langem bekannt. Die Untersuchungen des letzten Jahrzehntes haben zu der Vorstellung geführt, daß man das Elektron als einen Elementarmagneten anzusehen hat, der seine Wirkung einem mechanischen Eigendrehmoment des Elektrons verdankt. Die Vorstellung Ampères über die Natur des Magnetismus, der auf dem Bestehen von Molekularströmen beruhen soll, findet ihre scharfe Formulierung in der Quantentheorie des Atombaus, nach welcher diese Molekularströme mit der Bewegung der Elektronen im Atom gleichzusetzen sind. Betrachtet man zunächst nur den Umlauf der Elektronen um den Atomkern, so entsprechen dieser Bewegung Kreisströme der Stärke $I = e\,\nu$, wenn e die Elektronenladung und ν die Umlaufzahl in der Sekunde bedeuten. Die klassische elektromagnetische Theorie hat gezeigt, daß ein solcher Kreisstrom der Stärke I, der eine Fläche F umfließt, auf große Entfer-

nung wie ein magnetischer Dipol mit dem Moment μ wirkt, dessen Betrag $\mu = e/c\, \nu F$ ist (c bedeutet die Lichtgeschwindigkeit). Drückt man das Produkt νF durch das Impulsmoment p des Umlaufs aus — es ist, wenn die Masse des Elektrons mit m bezeichnet wird, $p = 2\, m\, \nu F$ —, so ergibt sich:

$$\mu = \frac{e}{2\, m\, c}\, p. \tag{1}$$

Nach der Quantentheorie des Atombaus sind nur solche Bewegungen des Elektrons um den Kern möglich, deren Bahndrehimpulsmoment p_l ein ganzes Vielfaches von $h/2\pi$ ist. h bedeutet dabei das Plancksche Wirkungsquantum ($h = 6{,}55 \cdot 10^{-27}$ erg s). p_l hat daher die Werte $l\, h/2\pi$ mit $l = 0, 1, 2, \ldots$ (Quantelung der Elektronenbahnen im Atom). Infolge dieser Bedingung wird der Betrag des durch den Umlauf des Elektrons erzeugten magnetischen Momentes μ_l:

$$\mu_l = \frac{e}{2\, m\, c}\, \frac{l\, h}{2\pi}.$$

Die Einheit dieses Momentes, $\mu_0 = e\, h/4\, \pi\, m\, c$, heißt Bohrsches Magneton und besitzt den Wert $0{,}9 \cdot 10^{-20}$ erg/Gauß.

Die Untersuchung des Magnetismus der Atome hat gezeigt, daß man, um mit der Erfahrung in Einklang zu kommen, dem Elektron außer seiner Bewegung um den Atomkern noch einen Eigendrall um eine durch das Elektron gehende Achse zuschreiben muß. Dem Drehimpulsmoment p_σ dieser Bewegung entspricht gemäß obiger Überlegung ebenfalls ein magnetisches Moment μ_σ, das man entsprechend Gl. (1) in der Form erwarten sollte:

$$\mu_\sigma = \frac{e}{2\, m\, c}\, p_\sigma. \tag{2}$$

Ebenso wie p_l kann auch p_σ nur gewisse ausgezeichnete Werte annehmen. Der Vergleich mit der Erfahrung lehrt, daß das Eigendrehimpulsmoment des Elektrons nur eines einzigen Wertes fähig ist, nämlich des Wertes $\frac{1}{2}\, h/2\pi$, und daß das magnetische Eigenmoment die Größe eines Bohrschen Magnetons hat. Es ist also doppelt so groß wie nach Gl. (2) zu erwarten war, so daß an Stelle von Gl. (2) allgemein zu schreiben ist:

$$\mu_\sigma = \frac{e}{2\, m\, c}\, p_\sigma\, g(\sigma), \tag{2 a}$$

wo $g(\sigma)$ für das Elektron den Wert 2 hat. Eine theoretische Deutung dieses Wertes ist zur Zeit nicht möglich.

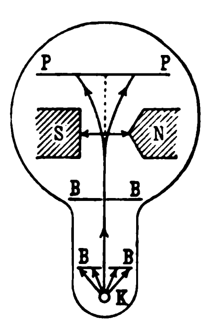
Die Vorstellung des Elektronendralls, auf der auch die Deutung der Feinheiten der optischen Spektren beruht, findet ihre einfachste und schönste Bestätigung im Stern-Gerlach-Experiment. Läßt man (s. Abb. 1) einen Wasserstoffatomstrahl, der mit Hilfe von Blenden parallel gemacht ist, durch ein inhomogenes Magnetfeld laufen, so übt dieses Magnetfeld auf jedes Atom eine ablenkende Kraft K aus:

$$K = \mu\, \frac{\partial H}{\partial S}\, \cos(\mu, H), \tag{3}$$

wenn μ das magnetische Moment des Wasserstoffatoms darstellt, welches es dank der Bewegung seines Elektrons besitzt. Zwar hat dieses Elektron, wie die optischen Spektren zeigen, im Normalzustand des Wasserstoffatoms ($l = 0$) kein Bahndrehimpulsmoment um den Atomkern, aber vermöge seines Eigendralles ein magnetisches Eigenmoment von der Größe eines Bohrschen Magnetons. $\partial H/\partial S$ ist die Inhomogenität in Richtung des Magnetfeldes. In der klassischen Elektrodynamik kann der Kosinus zwischen μ und H in Gl. (3) jeden beliebigen Wert annehmen; die Quantentheorie verlangt dagegen für das atomare Geschehen, daß nur gewisse Einstellungen möglich sind (Gesetz der Richtungsquantelung). Im Falle eines Momentes vom Betrag $\frac{1}{2}\, h/2\pi$ hat der Kosinus nur zwei Werte, nämlich $+1$ und -1, d. h. der Elementarmagnet, den das Wasserstoffatom vermöge des Eigendralls seines Elektrons darstellt, richtet sich nur parallel oder antiparallel zum Felde ein. Infolgedessen werden nach Gl. (3) die „parallelen" Atome nach der einen Seite abgelenkt, die „antiparallelen" um denselben Betrag nach der entgegengesetzten Seite. Die Größe der Ablenkung S ist:

$$S = \frac{1}{2}\, g\, t^2 = \pm \frac{\mu}{M}\, \frac{1}{2}\, \frac{\partial H}{\partial S}\, \frac{L^2}{v^2}, \tag{4}$$

wobei M die Masse des Wasserstoffatoms, v seine Geschwindigkeit im Atomstrahl und L die im Magnetfeld durchlaufene Strecke bedeuten.



K Atomstrahlerzeuger
B-B Blenden
N-S inhomogenes Magnetfeld
P-P Auffänger für den Atomstrahl

Abb. 1. Versuchsanordnung des Stern-Gerlach-Experimentes.

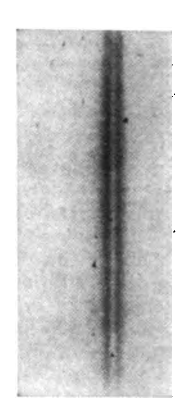


Abb. 2. Aufspaltung eines Wasserstoffatomstrahls im inhomogenen Magnetfeld.

Tatsächlich beobachtet man, wie Abb. 2 zeigt, die einer Arbeit von Rabi[1]) entnommen ist, zwei wohlgetrennte Strahlen, deren Zahl den Wert $\frac{1}{2}\, h/2\pi$ für das mechanische Moment bestätigt, und aus deren Abstand nach Gl. (4) für μ der Wert eines Bohrschen Magnetons folgt. (Daß die beiden Strahlen in Abb. 2 eine gewisse Breite zeigen, liegt vor allem daran, daß im Atomstrahl keine einheitliche Geschwindigkeit herrscht.)

3. Das Proton.

Das Proton, dessen Ladung und Masse ebenfalls lange bekannt sind, besitzt, wie neuere Untersuchungen ergeben haben, gerade so wie das Elektron einen Eigendrall vom Betrag $\frac{1}{2}\, h/2\pi$. Das magnetische Moment, das ihm auf Grund dieser Eigenschaft zukommt, ist aber nach Gl. (2 a) wesentlich kleiner zu erwarten, da die Masse M des Wasserstoffatomkerns 1838mal größer als die des Elektrons ist:

$$\mu_\pi = \frac{e}{2\, M\, c}\, \frac{1}{2}\, \frac{h}{2\pi}\, g(\pi). \tag{5}$$

Der Proportionalitätsfaktor g, der beim Elektron den Wert 2 hat, ist mangels irgendwelcher Kenntnis über die Struktur des Protons unbekannt und muß experimentell ermittelt werden. Der 1838. Teil eines Bohrschen Magnetons wird ein Kernmagneton genannt.

Trotz der Kleinheit von μ_π ist es mit Hilfe des Stern-Gerlach-Versuches gelungen, den Wert des magnetischen Eigenmomentes des Protons zu bestimmen. Die Versuche ergaben einen Wert von etwa drei Kernmagnetonen, was einem g-Wert von ungefähr 6 entspricht[2]). Vermöge seines Eigendralles ist also auch das Proton ein Elementarmagnet, dessen magnetisches Moment einen etwa 600mal kleineren Wert hat als das des Elektrons.

4. Das Neutron.

Das Neutron besitzt sehr genau die gleiche Masse wie das Proton, ist aber im Gegensatz zu jenem ungeladen. Sein Vorkommen ist an gewisse Kernumwandlungsprozesse geknüpft, bei denen es aus dem Atomkern ausgeschleudert wird. Beispielsweise beobachtet man bei Beschießung von Berylliumkernen mit schnellen Heliumkernen, etwa mit den α-Strahlen des radioaktiven Elementes Polonium, eine Neutronenemission. (Aus einer dicken Berylliumschicht kommt auf 10^5 hineingeschossene α-Teilchen ein Neutron heraus.) Der Vorgang ist so zu deuten: das α-Teilchen kann vom Berylliumkern eingefangen werden, wobei sich dieser unter Ausschleuderung eines Neutrons in einen Kohlekern verwandelt[3]). Man gibt sich von diesem Vorgang am besten Rechenschaft nach Art einer chemischen Reaktionsgleichung, wobei üblicherweise links oberhalb des chemischen Symbols die Kernmassenzahl,

[1]) I. I. Rabi, I. N. B. Kellogg, u. J. R. Zacharias, Physic. Rev. 46 (1934) S. 157.
[2]) I. Estermann u. O. Stern, Z. Physik 85 (1933) S. 17. I. I. Rabi, wie Fußnote 1.
[3]) J. Chadwick, Proc. Roy. Soc., Lond., 136 (1932) S. 692.

links unten die Kernladungszahl des betreffenden Teilchens beigefügt wird:

$$^{9}_{4}\mathrm{Be} + ^{4}_{2}\mathrm{He} \longrightarrow ^{12}_{6}\mathrm{C} + ^{1}_{0}n$$

($^{1}_{0}n$ Symbol für das Neutron mit der Masse 1 und der Ladung Null). Die so gewonnenen Neutronen kommen mit einer kinetischen Energie von etwa $6 \cdot 10^6$ *e*V aus dem Kern heraus, d. h. sie besitzen eine solche kinetische Energie, wie sie ein Elektron haben würde, nachdem es eine Spannung von $6 \cdot 10^6$ V durchlaufen hat. Ihr Durchdringungsvermögen ist ungeheuer groß. Beim Durchgang durch 2,5 cm-Messing läßt sich keine meßbare Geschwindigkeitsabnahme feststellen, was nur durch das Fehlen einer Ladung verständlich wird. Während die geladenen Teilchen, wie etwa Proton oder α-Teilchen, längs ihres Weges auf Grund ihrer elektrischen Wechselwirkung mit den Atombestandteilen der durchlaufenen Materie eine große Zahl von Ionenpaaren bilden, die sich bekanntlich in der Wilson-Kammer als Nebelspuren sichtbar machen lassen, kann das ungeladene Neutron nur bei unmittelbaren Stößen ionisieren. Infolgedessen beobachtet man bei Wilson-Aufnahmen keine Neutronenbahnspur (auf 3 m Luftweg wird höchstens ein Ionenpaar gebildet). Nur im Falle eines unmittelbaren Zusammenstoßes mit einem Atomkern (was wegen der Kleinheit der Stoßpartner äußerst selten geschieht) gibt das Neutron diesem nach den Stoßgesetzen Energie ab, so daß der gestoßene Kern, der ja geladen ist, seinerseits durch Ionisation längs seiner Bahn als Nebelspur sichtbar wird. In Abb. 3 ist der Stoß eines Neutrons mit einem Wasserstoffkern photographiert. Der Weg des Neutrons bleibt unsichtbar, er geht entweder von der Quelle (in der Mitte oben) nach dem oberen oder dem unteren Ende der als Nebelspur sichtbar gewordenen Protonenbahn.

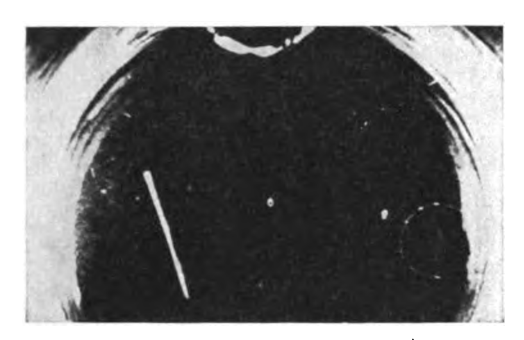


Abb. 3. Nebelbahn eines Wasserstoffkernes, der durch einen Zusammenstoß mit einem schnellen Neutron in Bewegung gesetzt ist.

Um Geschwindigkeit und Masse des Neutrons zu messen, läßt man Neutronen durch eine Wilson-Kammer laufen, die einmal mit Wasserstoff, das andere Mal mit Stickstoff gefüllt wird, und beobachtet die Bahnen, welche die von den Neutronen getroffenen Wasserstoff- bzw. Stickstoffkerne erzeugen. Von ihnen wählt man diejenigen aus, bei denen die Spuren der gestoßenen Kerne größte Länge aufweisen. Unter der Annahme, daß es sich bei diesen um zentrale Stöße handelt (beim zentralen Stoß wird bekanntlich maximale Energie übertragen), errechnet man aus Energie- und Impulssatz die beiden Unbekannten, nämlich Geschwindigkeit und Masse des stoßenden Neutrons. Es ist beim zentralen Stoß zwischen einem Neutron der Masse M, welches vor dem Stoß die Geschwindigkeit V besitzt, und einem ruhenden Atomkern der Masse m, dessen Geschwindigkeit nach dem Stoß v ist:

$$v = \frac{2M}{M+m} V .$$

Da die Massen von Wasserstoff- und Stickstoffkern bekannt sind und ihre Geschwindigkeiten nach dem Stoß aus der Länge ihrer Bahnspuren bestimmt werden können, so lassen sich V und M aus obiger Gleichung berechnen, indem man für m und v einmal die Werte für das Wasserstoffatom, einmal für das Stickstoffatom einsetzt. Solche Versuche haben ergeben, daß die Masse des Neutrons innerhalb der Genauigkeit dieses Verfahrens gleich der Masse des Protons ist.

Zur genaueren Bestimmung der Neutronenmasse benutzt man Kernumwandlungsprozesse. Bestrahlt man z. B. Wasserstoff mit der Masse 2 mit γ-Strahlen von etwa $2 \cdot 10^6$ *e*V Quantenenergie, so beobachtet man ein Zerspalten des schweren Wasserstoffkerns in ein Proton und ein Neutron nach der Reaktionsgleichung:

$$^{2}_{1}\mathrm{H} + \gamma \longrightarrow ^{1}_{1}\mathrm{H} + ^{1}_{0}n .$$

Unter Berücksichtigung der kinetischen Energie, mit denen die beiden Spaltprodukte auseinanderfliegen, folgt aus den bekannten Massen von $^{1}_{1}\mathrm{H}$ und $^{2}_{1}\mathrm{H}$ für die Masse des Neutrons der Wert 1,008 bezogen auf Sauerstoff gleich 16, was sehr genau mit der Masse des Wasserstoffatoms übereinstimmt[4]). Dieses Experiment zeigt gleichzeitig die Bedeutung, die den beiden schweren Elementarteilchen, dem Proton und dem Neutron, zukommt: sie sind die beiden Bausteine, aus denen sich die Atomkerne aufbauen.

Die Untersuchung der optischen Spektren des schweren Wasserstoffs und seine Ablenkung im inhomogenen Magnetfeld haben zu dem Ergebnis geführt, daß der Atomkern dieses Isotops ein mechanisches Eigenmoment vom Werte $1\, h/2\pi$ und ein magnetisches Eigenmoment von etwa 0,8 Kernmagnetonen besitzt[5]). Da sich dieser Kern aus einem Proton und einem Neutron zusammensetzt, und da das Proton ein mechanisches Moment $\frac{1}{2}\, h/2\pi$ hat, so muß man annehmen, daß das Neutron ebenfalls ein mechanisches Eigendrehimpulsmoment vom Werte $\frac{1}{2}\, h/2\pi$ besitzt, derart, daß sich im schweren Wasserstoffkern die mechanischen Momente von Proton und Neutron parallel zueinander stellen und so das resultierende Moment $1\, h/2\pi$ ergeben. Aus der Tatsache, daß durch die Zusammenkoppelung eines Protons und eines Neutrons das magnetische Moment dieses Gebildes nurmehr etwa den vierten Teil des Protonenmomentes hat, möchte man den Schluß ziehen, daß auch das Neutron, obwohl elektrisch neutral, ein magnetisches Eigenmoment besitzt, welches dem Absolutwert nach etwas kleiner als das des Protons ist, jedoch das umgekehrte Vorzeichen hat und daher im Kern des schweren Wasserstoffatoms das Protonenmoment bis auf etwa den vierten Teil kompensiert.

5. Das Positron.

Das Positron hat die gleiche Masse, aber entgegengesetzt gleiche Ladung wie das Elektron. Sein Auftreten ist ebenso wie das des Neutrons an Atomkerne gebunden. Läßt man z. B. elektromagnetische Strahlung von mindestens $1 \cdot 10^6$ *e*V Quantenenergie — etwa γ-Strahlung von Thorium C″ — eine Wilson-Kammer durchsetzen, in der ein homogenes Magnetfeld senkrecht zur Richtung des γ-Strahls herrscht, so beobachtet man manchmal, daß an irgendeiner Stelle der Kammer zwei Bahnspuren entstehen, die vom selben Anfangspunkt ausgehen, von denen die eine durch das Magnetfeld nach rechts, die andere nach links abgekrümmt ist[6]) (s. Abb. 4, die einen Ausschnitt aus einer stark vergrößerten Wilson-Aufnahme darstellt). Aus der Stärke der Ionisation längs der Bahnen kann man eindeutig darauf schließen, daß es sich um zwei Teilchen von der Masse des Elektrons handelt. Die verschiedene Ablenkung im Magnetfeld beweist die entgegengesetzte Ladung beider Teilchen. Ein solches aus Elektron und Positron bestehendes Gebilde wird ein Zwilling genannt. Der Entstehungsprozeß eines solchen Zwillings ist folgendermaßen zu deuten: ein γ-Lichtquant wird an einem Atomkern in ein Positron und ein Elektron umgesetzt, die überschüssige Energie geht als Translationsenergie an beide Teilchen. Eine Messung der Geschwindig-

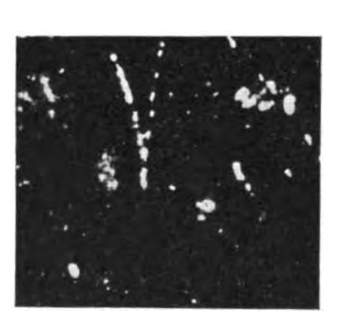


Abb. 4. Wilson-Aufnahme einer Umwandlung eines γ-Strahlquantes in ein Elektron und ein Positron (Zwillingsbildung).

[4]) J. Chadwick u. M. Goldhaber, Nature, Lond., 134 (1934) S. 237.
[5]) J. Estermann u. O. Stern, Physic. Rev. 45 (1934) S. 761. I. I. Rabi, J. N. B. Kellog u. J. R. Zacharias, Physic. Rev. 46 (1934) S. 163.
[6]) I. Curie u. F. Joliot, J. Physique Radium 4 (1933) S. 494.

keit beider Teilchen aus den Bahnkrümmungen bestätigt diese Annahme. Die Differenz aus der Quantenenergie des γ-Strahls und der kinetischen Energie des Zwillings hat stets einen Wert von etwa $1 \cdot 10^6\, eV$. Ist die γ-Strahlenergie geringer als dieser Wert, so beobachtet man keine Zwillingsbildung. Es werden also $1 \cdot 10^6\, eV$ zur Bildung des Zwillings benötigt. Dies ist gerade die Summe der Ruhmassen von Elektron und Positron in Energiemaß ($2\, m_0\, c^2 = 2 \cdot 0{,}51 \cdot 10^6\, eV$). Ein solcher Prozeß kann nur in unmittelbarer Nähe eines Atomkerns vor sich gehen, da dieser — zur Erfüllung des Impulssatzes — den Restimpuls übernehmen muß. Energie wird dabei an den schweren Kern praktisch nicht übertragen. Die Zwillingsbildung stellt somit eine der schönsten experimentellen Bestätigungen des Gesetzes der Äquivalenz von Masse und Energie dar: es wird elektromagnetische Energie (die Energie des γ-Strahls) umgewandelt in die Massen eines Positrons und eines Elektrons. Umgekehrt kennt man auch Fälle, wo ein Elektron und ein Positron „zerstrahlen", d. h. sich in elektromagnetische Strahlung der entsprechenden Energie verwandeln: ein Positron und ein Elektron verschwinden, und es entstehen zwei Lichtquanten von je $0{,}5 \cdot 10^6\, eV$ Energie.

Außer dieser Entstehungsart gibt es noch eine zweite Möglichkeit, Positronen zu erzeugen. Man beobachtet sie beim Zerfall künstlich erzeugter radioaktiver Elemente. Wenn man etwa Aluminium mit schnellen α-Strahlen beschießt, so findet die folgende Reaktion statt[7]):

$$^{27}_{13}\mathrm{Al} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \longrightarrow {}^{30}_{15}\mathrm{P} + {}^{1}_{0}n\,.$$

Es wird unter Emission eines Neutrons und Einfangen eines α-Teilchens ein instabiles Phosphorisotop gebildet (der stabile Phosphor hat die Massenzahl 31), das unter Aussendung eines Positrons spontan in Silizium zerfällt: ${}^{30}_{15}\mathrm{P} \longrightarrow {}^{30}_{14}\mathrm{Si} + e_+$ (e_+ Symbol für das Positron). Die Halbwertzeit des ${}^{30}_{15}\mathrm{P}$ beträgt 3 min. ${}^{30}_{15}\mathrm{P}$ besteht aus 15 Protonen und 15 Neutronen, ${}^{30}_{15}\mathrm{Si}$ aus 14 Protonen und 16 Neutronen. Bei dem Zerfallsprozeß verwandelt sich also ein Proton unter Emission eines Positrons in ein Neutron. Man kennt entsprechende Fälle, bei denen umgekehrt aus einem Neutron bei einer Kernreaktion unter Aussendung eines Elektrons ein Proton entsteht. Dies hat, wie schon zu Anfang erwähnt wurde, zu der Vorstellung geführt, daß es nur einen einzigen Kernbaustein gibt, nämlich d a s schwere Teilchen der Masse 1, das in zwei verschiedenen Zuständen vorkommt, im Neutronenzustand oder im Protonenzustand. Beide Zustände können unter Emission eines Elektrons bzw. eines Positrons ineinander übergehen.

[7]) I. Curie u. F. Joliot, C. R. Acad. Sci., Paris, 198 (1934) S. 254.

Über das mechanische und magnetische Eigenmoment des Positrons ist bisher nichts bekannt; doch wird in Analogie zum Elektron angenommen, daß auch das Positron ein mechanisches Moment vom Wert $\frac{1}{2}\, h/2\,\pi$ und ein magnetisches Moment von der Größe desjenigen des Elektrons besitzt, das allerdings wegen der positiven Ladung umgekehrtes Vorzeichen haben sollte.

Z u s a m m e n f a s s u n g.

Es sind zwei leichte Elementarteilchen gleicher Masse bekannt, das Positron und das Elektron, und zwei 1838mal schwerere Teilchen ebenfalls gleicher Masse, das Proton und das Neutron.

Positron und Proton tragen je eine positive, das Elektron eine negative Elementarladung. Das Neutron ist ungeladen.

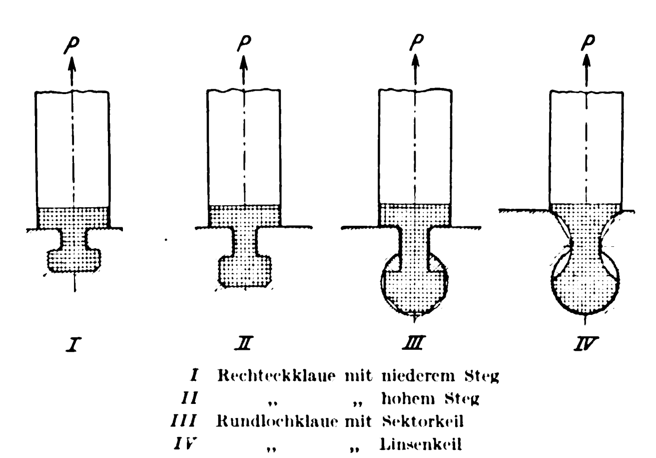
Alle vier Teilchen besitzen ein mechanisches Eigenmoment vom Wert $\frac{1}{2}\, h/2\,\pi$. Die magnetischen Eigenmomente der beiden leichten Teilchen sind von der Größe eines Bohrschens Magnetons, die der beiden schweren 600- bis 1000mal kleiner.

Proton und Neutron sind Bausteine des Atomkernes, das Elektron ist Baustein der Atomhülle. Das Positron tritt als Atombaustein nicht unmittelbar in Erscheinung.

Neue Rundlochklauen-Polbefestigung.

621. 313. 322. 044. 53

Die Steigerung der Leistung sowie der Durchgangsdrehzahlen großer Synchrongeneratoren stellen besonders schwere Bedingungen an die Polbefestigung. Bei größeren Polzahlen (8 bis 12) hat man in die Läuferkörper Nuten eingefräst, in die die Pole mittels Klauen eingreifen. Die Festigkeitsrechnung dieser Klauen ist aber schwierig, weil besonders die scharfen einspringenden Ecken die Randspannung in rechnerisch kaum faßbarer Weise erhöhen. Diese Nachteile sollten die im Läufer kreisförmig ausgebildeten Nuten vermeiden[1]). Die Klauen waren mit allmählichen Übergängen versehen und durch linsenförmige Keile festgehalten. Untersuchungen über den Einfluß der Querschnittsänderungen auf die Festigkeit an vier verschiedenen Klauenformen (Abb. 1) zeigten, daß die Festigkeit durch schroffe Querschnittsänderungen tatsächlich stark vermindert wird. Vier Versuchsmuster aus S.-M.-Stahl von 58 kg/mm² Festigkeit, 35 kg/mm² Streckgrenze, 35 % Dehnung und 4 bis 6 kg/cm² Schlagarbeit wurden maßlich von ausgeführten Klauen übernommen und der gleichen Bearbeitung unterworfen. Ungleichheiten im Ausgangswerkstoff wurden durch normale Zerreiß- und Kerbschlagproben festgestellt (Spalte 4 der Zahlentafel 1), die Einspannstücke den Läuferringen gleichgestaltet, um gleiche Kraftwirkung zu erzielen, und die Dehnungen an zwei Mustern mittels Spannungsmessern bestimmt. Die Versuche zeigten, daß die Randspannungen bei Klaue *III* 36,1 % höher liegen als die mittlere Zugspannung, bei Klaue *IV* dagegen nur 17,6 %. Erreichten die Randspannungen die Streckgrenze, dann war nach Entlastung eine bleibende Dehnung, die unter Umständen zu Haarrissen führen kann, festzustellen. Das Arbeitsvermögen, $A = \sum P_x\, \Delta\, L$, der Klaue *IV* liegt 50 % höher als das der übrigen, so daß in ihr noch eine erhebliche Festigkeitsreserve aufgespeichert ist. Die Gegenüberstellung der Bruchbelastungen zeigt die Rundklaue mit Linsenkeil ebenfalls den anderen überlegen. *Wkr.*



I Rechteckklaue mit niederem Steg
II „ „ hohem Steg
III Rundlochklaue mit Sektorkeil
IV „ „ Linsenkeil

Abb. 1. Klauenformen.

Z a h l e n t a f e l 1. Bruchbelastungen der vier Klauenmuster.

	P_b kg	F cm²	k_z kg/cm²	Werkstoff-festigkeit kg/cm²
Klaue I	64 000	11,18	5720	6050
„ II	63 500	11,18	5670	6020
„ III	77 000	13,76	5600	5630
„ IV	80 500	13,76	5850	5640

[1]) E. Jäger, Elektrotechn. u. Maschinenb. 52 (1934) S. 609.

Rückkopplungsaudion mit verringertem Klirrfaktor.

Von Dr.-Ing. W. Nestel, Berlin.

621. 396. 621. 52

Übersicht. Dank ihrem hohen Verstärkungsgrad ist die Rückkopplungsaudionschaltung für billigere Empfangsgeräte unentbehrlich. Ihr Nachteil ist der hohe Klirrfaktor, der die Güte der Wiedergabe beeinträchtigt. Ein Mittel zur Verringerung des Klirrfaktors wird angegeben.

Für die billigeren Preisklassen der Rundfunkempfänger wird ausschließlich die Rückkopplungsaudionschaltung für die Eingangsröhre verwendet. Im Grundzug entspricht sie der in Abb. 1 oben gezeichneten Schaltung. Die bisher bekannten Abweichungen von dieser Schaltung betreffen die Kopplung zur nachfolgenden Niederfrequenzverstärkerröhre (Transformator-, Drossel-, Widerstandskopplung), die Ausgestaltung des Rückkopplungsweges oder die Wahl anderer Röhrentypen (Dreipol-, Vierpol-, Fünfpolröhren). Bei all diesen Ausführungen ist aber die Grundlage dieselbe: Die zwischen Antenne und Erde ankommende Hochfrequenzspannung wird einem abgestimmten Kreis zugeführt, der zwischen Gitter und Kathode einer Röhre liegt. Diese Strecke ergibt, da am Einsatzpunkt des Gitterstroms gearbeitet wird, eine Gleichrichtung. Die am Gitter dadurch auftretende Niederfrequenzspannung wird in der Röhre verstärkt und einer weiteren Röhre zugeführt. Die gleichzeitig am Gitter wirksame Hochfrequenzspannung hat zur Folge, daß im Anodenstrom auch eine hochfrequente Komponente enthalten ist. Diese wird über einen Rückkopplungsweg dazu benutzt, den Schwingungskreis zu entdämpfen und dadurch die am Gitter wirksame Spannung zu erhöhen. Daß eine solche Schaltung bezüglich der Verstärkung außerordentlich wirksam arbeitet, ist bekannt. Die Resonanzwirkung des abgestimmten Kreises, die Rückkopplung und die Niederfrequenzverstärkung zusammen ergeben die Möglichkeit, daß die ans Gitter der nächsten Röhre abgegebene Niederfrequenzspannung 10 000 bis 15 000mal höher sein kann als die von der Antenne gelieferte Hochfrequenzspannung. Alle anderen Schaltungsarten ergeben je Röhre sehr viel niedrigere Zahlen. Daher erklärt sich die ausschließliche Verwendung dieser Schaltung für alle billigeren Geräte, trotz des einen großen Nachteiles, der ihr anhaftet: der Vorgang der Gleichrichtung verursacht bei ihr einen verhältnismäßig hohen Klirrfaktor, das heißt die Wiedergabe ist nicht so gut wie bei Verwendung anderer Schaltungsarten. Der Unterschied ist besonders groß gegenüber der für die teuereren Geräte verwendeten Gleichrichtung mit Hilfe einer Zweipolröhre.

Die früheren Rundfunksender wiesen meist einen höchsten Aussteuerungsgrad von 50 % auf. Dabei ist, wie aus Messungen hervorgeht, die zur Kurvendarstellung der Abb. 1 dienten, bei der Audionschaltung der Klirrfaktor höchstens 12 %, also schon unangenehm groß. Die neuzeitlichen Großsender werden aber zur Verbesserung der Reichweite und des Wirkungsgrades mit bis zu 70 oder gar 80 % ausgesteuert. Dabei ergeben sich für die Audionschaltung bis zu 17 % Klirrfaktor, was sich in der Wiedergabegüte eines solchen Gerätes leider sehr empfindlich auswirkt.

Die Ursache dieser Verzerrungen ist bekannt: Die zur Gleichrichtung dienende Strecke Gitter—Kathode ist sehr hochohmig (Größenordnung 0,1 bis 1 MΩ) und ihr Widerstand ändert sich je nach dem Arbeitspunkt sehr stark. Bei der Gleichrichtung einer stark modulierten Welle wird aber ein großer Bereich von Arbeitspunkten durchlaufen. Könnte der Außenwiderstand sehr groß gegenüber dem Innenwiderstand des Gleichrichters gemacht werden, so würden sich die Widerstandsänderungen des letzteren nur ganz wenig als Verformung der Kurvenform der Niederfrequenz und damit als Klirrfaktor äußern. Aus zwei Gründen ist das aber nicht möglich: 1. Die Isolationswiderstände sind nicht hoch genug, und 2. liegt dem Widerstand parallel die Kapazität der Röhre und des Gitterblockkondensators. Jede Vergrößerung über die üblichen Werte hinaus würde die Wiedergabe der hohen Frequenzen, die schon empfindlich schlechter als wünschenswert ist, weiter beeinträchtigen.

Die Erkenntnis der Ursache des Klirrfaktors weist auf das Mittel zu seiner Verringerung hin: Der Widerstand der Strecke Gitter—Kathode muß in der Durchlaßrichtung erheblich verringert werden. Dies gelingt sehr einfach dadurch, daß ihr nach Abb. 2 oben eine Zweipolröhre parallel geschaltet wird, deren Widerstand in der Größenordnung von 500 bis 5000 Ω je nach Arbeitspunkt liegt. Die Auswirkung auf den Klirrfaktor geht aus Abb. 2 unten hervor. Als Höchstwert ergeben sich 4 %, also etwa

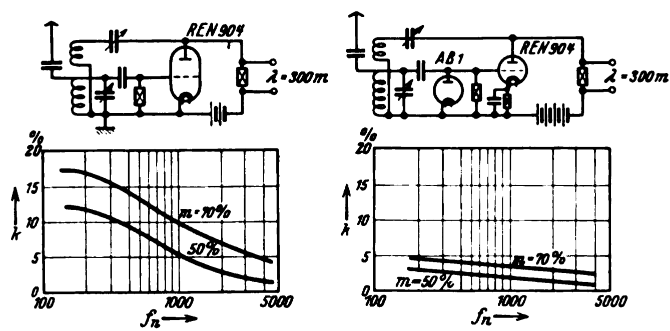


Abb. 1. Die bisher übliche Rückkopplungsaudionschaltung sowie Kurven der dabei auftretenden Klirrfaktorwerte.

Abb. 2. Verbesserte Rückkopplungsaudionschaltung mit verringertem Klirrfaktor.

ein Viertel des unter gleichen Verhältnissen beim gewöhnlichen Audion auftretenden Wertes. Eine Prüfung durch Abhören von Musik und Sprache ergibt auch eine unvergleichlich klarere und sauberere Wiedergabe, die den erzielten Fortschritt in eindringlicher Weise auch jedem Laien zeigt. Die Parallelschaltung ermöglicht es aber, außer der Klirrfaktorverringerung bei der Gleichrichtung noch weitere Vorteile zu erzielen. Der sehr kleine innere Widerstand ermöglicht es, den Gitterableitwiderstand niedriger zu wählen, was eine erhebliche Verbesserung der Wiedergabe hoher Töne zur Folge hat. Auch bei beispielsweise 0,1 MΩ ist der Außenwiderstand noch um ein genügendes Vielfaches größer als alle vorkommenden Innenwiderstandswerte, so daß der Klirrfaktor klein bleibt. Ein so niedriger Wert (es sind bisher 2 MΩ üblich gewesen) ergibt auch eine niedrigerere Brummanfälligkeit der Audionschaltung.

Das Einfügen eines Widerstandes von einigen 100 Ω im Heizkreis und einer Kapazität parallel dazu, die diesen sowohl für Hoch- als auch für Niederfrequenz überbrückt, ergibt noch weitere Vorteile. Das Gitter der bisherigen Audionröhre erhält auf diese Weise eine kleine negative Vorspannung. Dies wirkt sich in zweierlei Hinsicht aus: 1. Die der Röhre obliegende Aufgabe der Niederfrequenzverstärkung erfolgt an einem gitterstromfreien Arbeitspunkt. Der bei der bisherigen Schaltungsweise vom Gitterstrom bei der Niederfrequenzverstärkung herrührende Teil des Klirrfaktors fällt dadurch ebenfalls weg. 2. Die Rückkopplung ergibt einen ideal weichen Schwingungseinsatz, was eine weitergehende Ausnutzbarkeit der Verstärkungsmöglichkeit durch Rückkopplung zur Folge hat. Die durch die Zweipolröhre und den kleineren Ableitwiderstand etwas vergrößerte Dämpfung des abgestimmten Kreises kann dadurch mehr als ausgeglichen werden. — Es ist zu hoffen, daß die Funkindustrie auf dem angegebenen Weg die für die teuereren Empfänger bereits eingeschlagene Richtung nach immer weiterer Verbesserung der Wiedergabegüte auch bei den billigeren Geräten einschlägt.

Zusammenfassung.

Bei der für billige Empfangsgeräte ausschließlich verwendeten Rückkopplungsaudionschaltung gelingt es durch Parallelschalten einer Zweipolröhre zu der Strecke Gitter—Kathode eine Reihe von Vorteilen zu erreichen, die sich insbesondere auf die Güte der Wiedergabe auswirken.



Über den Druckabfall im Stamm bei der Tränkung nach dem Saftverdrängungs-(Boucherie-)Verfahren.

Von Dr.-Ing. **Hermann Gewecke**, Nowawes, und **Richard Huber**, Berlin.

621. 315. 668. 1

Übersicht. Da Meinungsverschiedenheiten bestehen über die Vorgänge bei der Imprägnierung von Leitungsmasten nach dem von Boucherie angegebenen Saftverdrängungsverfahren, das für die sonst schwer zu imprägnierende Fichte von großer Bedeutung ist, werden Versuche beschrieben, um die Vorgänge, die sich bei dieser Tränkungsart abspielen, zu klären.

Bei dem Saftverdrängungsverfahren[1]) zur Tränkung von Telegraphenstangen und Leitungsmasten werden bekanntlich noch im Saft befindliche, nicht entrindete Stämme verwendet, die nahezu waagerecht, mit leichtem Gefälle zum Zopf hin gelagert werden. Die wässerigen Lösungen der Tränkstoffe werden mittels hydrostatischen Druckes in den Stamm eingeführt und verdrängen beim Eindringen in den Stamm den darin befindlichen Saft.

Zur Durchführung dieses Verfahrens wird auf einem Gerüst ein Bottich mit der Tränklösung aufgestellt. Aus diesem Bottich führt ein Fallrohr zu einer an dem Fußende der zu tränkenden Stämme entlanglaufenden Verteilungsleitung, an die die einzelnen Stämme mittels Hahns, Schlauchendes und eines geeigneten Verschlußstückes angeschlossen sind. Bei einer Höhe des Gerüstes von 10 m drückt dann auf die ganze Schnittfläche des Fußendes die Tränkflüssigkeit mit etwa 1 atü und schiebt dabei den Saft vor sich her, der am Zopfende austropft. Der Imprägniervorgang ist abgeschlossen, wenn nach Verdrängung des Saftes die Tränklösung in genügender Konzentration austritt.

Über die Gesetzmäßigkeit des Tränkvorgangs bestehen Meinungsverschiedenheiten: Von einer Seite wird behauptet, der Vorgang beruhe lediglich auf den Wirkungen des osmotischen Drucks, und die Druckhöhe spiele keine Rolle. Diese Behauptung wird mit einem Versuch begründet, der ergeben habe, daß der Druck im Stamm schon kurz hinter dem Eintritt der Tränklösung am Fußende auf geringe Bruchteile seines Anfangswertes abgefallen sein soll. Von den Verfassern wurde die an sich auch nächstliegende Auffassung vertreten, daß der Vorgang der Tränkung im wesentlichen auf der Wirkung des hydrostatischen Druckes beruhe. Zur Klärung dieser Frage wurden von den Verfassern Versuche angestellt, über die im folgenden berichtet wird.

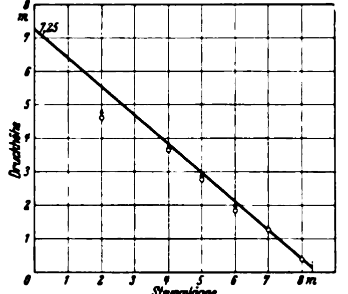
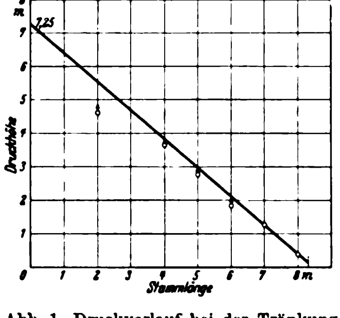



Abb. 1. Druckverlauf bei der Tränkung der Kiefer. Länge 8,3 m, Zopf 17 cm, Druckhöhe 7,25 m.

Die erste Versuchsreihe wurde an einer **Kiefer** durchgeführt. Die Abmessungen betrugen: Länge 8,30 m, Durchmesser am Zopf 17 cm, Durchmesser am Fuß 25 cm. Der Wuchsort der Kiefer ist die zum Forstamt Potsdam gehörende Försterei Steinstücken.

Die Tränkung wurde mit 0,25prozentiger Thanalith-U-Lösung vorgenommen und dauerte bei einer Druckhöhe von 7¼ m rd. 4 Tage. Die Tränkung wurde beendet, sobald die am Zopf austretende Lösung die halbe Konzentration der Tränklösung erreicht hatte.

Zum Zweck der Druckmessung wurde der Stamm an verschiedenen Stellen angebohrt und mittels Gummistopfen oben offene Glasrohre in die Bohrlöcher eingeführt. Die Ergebnisse der Messungen sind in der Abb. 1 aufgetragen. Da das Einsetzen der Glasröhren erst erfolgte, als die Tränkung schon im Gange war, machte die Abdichtung der Bohrlöcher große Schwierigkeiten. Bei den höheren Drücken nach dem Fußende zu ist sie nicht voll gelungen. Das in 2 m Entfernung vom Fuße eingesetzte Glasrohr konnte aus technischen Gründen nicht länger als 4,60 m gemacht werden. Bei dieser Länge trat die Tränkflüssigkeit oben in erheblichen Mengen heraus, so daß der Endwert nicht erreicht werden konnte. Auf dem Kurvenblatt ist dieses durch einen neben dem betreffenden Meßpunkt angebrachten Pfeil gekennzeichnet.

Bei den im Abstand von 4, 5 und 6 m angebrachten Glasrohren war es nicht möglich, eine vollständige Abdichtung am Stamm zu erzielen, so daß aus dem Bohrloch dauernd Flüssigkeit in kleinen Tropfen austrat, wodurch die Genauigkeit der Meßergebnisse beeinträchtigt wurde. Daher sind die tatsächlichen Drücke an diesen Stellen gleichfalls höher als die gemessenen Drücke. Diese Differenz ist ebenfalls durch kleine Pfeile an den betreffenden Punkten gekennzeichnet.

Vollkommen dicht waren die in 7 und 8 m Entfernung eingesetzten Glasrohre, so daß diese Punkte als zuverlässig anzusehen sind.

Abb. 2. Versuchsanordnung für die Messung des Druckverlaufs.

Die Betrachtung des Kurvenblattes zeigt, daß die Druckhöhen auf einer Geraden liegen, die vom Druck 0 am Zopfende zu der Druckhöhe der Kammer am Fußende, in der der Anfangsdruck der Tränklösung herrscht, ansteigt. Am Zopfende scheint noch ein gewisser Überdruck zu bestehen, der anscheinend dazu erforderlich ist, die dem Saftaustritt entgegenstehenden Widerstände (Verharzung des Zopfquerschnittes usw.) zu überwinden.

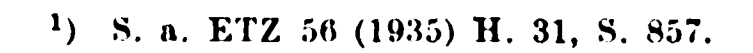
Die Versuchsanordnung sowie der Druckverlauf in der Nähe des Zopfendes des Mastes sind aus der Abb. 2 zu ersehen. Die Höhe der Flüssigkeitsspiegel ist durch Papierblenden besser kenntlich gemacht. Die gelbe Tränklösung in den Meßrohren erscheint auf der Abbildung schwarz.

Ein weiterer Versuch wurde an einer **Fichte** durchgeführt, die gleichfalls der Försterei Steinstücken entstammte. Sie hatte eine Länge von 7 m und eine Zopfstärke von 13 cm.

Die Dauer der Tränkung betrug 2 Tage und 15 h. Die Dichte der am Zopf auftretenden Tropflösung betrug beim Abbrechen des Versuches 83 % der Dichte der ursprünglichen Tränklösung. Als Tränklösung wurde ebenfalls eine 0,25prozentige Thanalith-U-Lauge angewandt.

Auch hier konnten einwandfreie Messungen erst in 4 m Entfernung vom Fußende aus durchgeführt werden. Ein Versuch, die Druckhöhe in 0,5 bzw. 1 m Entfernung vom Fußende mittels angesetzter Manometer zu messen, gelang nicht, da es nicht möglich war, eine vollkommene Abdichtung gegen den Stamm zu erzielen. Die Instrumente zeigten nur 4,4 und 3,3 m an.

Die Meßpunkte bei 4, 5, 6 und 6,5 m Entfernung sind in Abb. 3 in der Kurve *I* dargestellt. Sie liegen nicht genau auf einer Geraden, die von der Druckhöhe 0 am Zopfende bis zu einer Druckhöhe von 7,5 m am Fußende führt. Die Abweichungen sind aber so gering, daß der Druckverlauf als geradlinig bezeichnet werden kann. Die gemessenen Abweichungen sind verständlich, da man es



[1]) S. a. ETZ 56 (1935) H. 31, S. 857.

bei Holz nicht mit einem Kunsterzeugnis zu tun hat, sondern mit einem Stoff, der naturgemäß, bedingt durch die Vorgänge während der langen Wachstumszeit, keine gleichmäßige Struktur haben kann. So ist zweifellos an einer Aststelle die Durchlässigkeit für den Saftfluß erheblich verringert infolge des zur Verfügung stehenden geringeren saftführenden Querschnittes. Unmittelbar vor dieser Aststelle in der Strömungsrichtung gesehen muß daher eine Druckstauung eintreten, die sich in einem Abweichen des Meßpunktes nach oben anzeigt.

Sodann wurde der Mast um 1 m am Zopf auf 6 m Länge gekürzt und die Druckhöhe in 5 m Entfernung vom Fußende abgelesen. Es zeigt sich, daß dieser Meßpunkt wieder auf einer Geraden liegt, die von dem Druck der Tränkungskammer zu dem Druck 0 am Zopfende führt (s. Abb. 3, Kurve *II*). Auch das Abschneiden eines weiteren Meters zeigt für die Messung in 4 m Abstand vom Fußende das entsprechende Ergebnis (Kurve *III*).

Abb. 3. Druckverlauf bei der Tränkung der Fichte. Länge 7 m, Zopf 13 cm, Druckhöhe 7,50 m.

Sodann wurde die Druckhöhe von 7,5 m auf 4,45 m herabgesetzt. Der Meßpunkt in 4 m Abstand vom Fuße liegt wiederum auf der Geraden vom Druck 4,45 m am Fußende zu Druck 0 am Zopfende (Abb. 3, Kurve *IV*).

Damit dürfte mit genügender Genauigkeit nachgewiesen sein, daß bei jeder Stammlänge und, zum wenigsten innerhalb der bei den Versuchen angewandten Größenordnung, auch bei jeder Druckhöhe der Druckverlauf geradlinig ist, wenn als Abszissen die Längen und als Ordinaten die Druckhöhen aufgetragen werden.

Der hydrostatische Druck wird bei dieser Art der Imprägnierung offenbar in Flüssigkeitsreibung umgesetzt, so daß bei gleicher Druckhöhe die Strömungsgeschwindigkeit und damit der Reibungsverlust um so größer sind, je kürzer der Stamm ist. Eine Abhängigkeit der Austrittsgeschwindigkeit der Tropflösung am Zopf von der Stammlänge ergab sich schon bei flüchtiger Beobachtung während der vorbeschriebenen Versuche. Der Nachweis für die Proportionalität dieser Vorgänge wurde durch Messungen der Austrittsgeschwindigkeit der Tropflösung erbracht. Diese Messungen wurden bei verschiedenen Längen und Druckhöhen ausgeführt.

Die Meßergebnisse sind in der Zahlentafel 1 dargestellt. Die Ausflußzeit bezieht sich auf eine Austropfmenge von 50 cm³.

Zahlentafel 1.

	Stammlänge m	Druckhöhe m	Ausflußzeit für 50 cm³ s	Sollwert der Austrittszeit, errechnet auf die vorhergehende Messung s
1.	6	7,5	185	—
	5	7,5	145	$\frac{185 \cdot 5}{6} = 154$
2.	5	7	175	—
	5	4,45	265	$\frac{175 \cdot 7}{4{,}45} = 275$
3.	5	7	175	—
	4	7	140	$\frac{175 \cdot 4}{5} = 140$

Die waagerechte Unterteilung der Tafel bedeutet, daß zwischen den drei Gruppen jeweils eine längere Zeit verstrichen ist. Während dieser Zeit wurden Maßnahmen getroffen, die mit der vorliegenden Untersuchung nichts zu tun haben, die aber immerhin einen unmittelbaren Anschluß der drei Versuchsgruppen untereinander nicht gestatteten.

Wie aus den Reihen 2. und 3. der Zahlentafel ersichtlich ist, betrug die Druckhöhe während der Durchführung der entsprechenden Versuche nur noch 7 m. Diese Verringerung der Druckhöhe um 0,50 m war bedingt durch das Absinken der Tränkflüssigkeit im Druckbottich.

Es ergibt sich, daß die Ausflußzeit annähernd proportional der Länge des zu tränkenden Stammes bei gleichbleibender Druckhöhe ist. Die Abweichungen vom Sollwert sind auch hierbei darauf zurückzuführen, daß das Holz kein homogener Stoff ist, und daß die Saftdurchlässigkeit des Stammes über die ganze Länge nicht vollkommen gleichförmig ist.

Zusammenfassung.

Es wird gezeigt, daß für die Durchtränkung eines saftfrischen Stammes nach dem Boucherie-Verfahren der hydrostatische Druck der Tränklösung entscheidend ist, daß der Druckabfall unabhängig von Stammlänge und Druckhöhe geradlinig verläuft, und daß die Ausflußzeit der Tränklösung der Länge des zu tränkenden Stammes ungefähr proportional und der Druckhöhe umgekehrt proportional ist.

Zur Theorie des elektrischen Schiffsantriebes.

Von G. Hauffe, Berlin.

621. 34. 01 : 629. 12

Übersicht. Die Betriebsbedingungen einer aus Synchrongenerator und Synchronmotor bestehenden Übertragung werden erörtert. Das Verhalten des Leistungsfaktors, der Klemmenspannung der Maschinen, des Maschinenstromes und des Drehmomentes werden untersucht, und die Regelvorschrift für konstanten Leistungsfaktor und konstante Überlastungsfähigkeit wird unter der Annahme einer bestimmten Abhängigkeit des Drehmomentes von der Frequenz entwickelt.

Wegen der bequemen Regelung findet der elektrische Schiffsantrieb steigende Verwendung. Dieselmaschinen oder Turbinen treiben als Primärkraftmaschinen Synchrongeneratoren, die ihrerseits Synchronmotoren speisen. Es ergibt sich so eine einfache Kraftübertragung, die etwa je Schiffsschraube aus einer Primärkraftmaschine, einem Synchrongenerator und einem Synchronmotor besteht. Die folgenden Betrachtungen gelten ausschließlich den beiden Elektromaschinen. Zur Vereinfachung der Untersuchungen werden die ohmschen Widerstände beider Maschinen vernachlässigt. Außerdem werden der Betrachtung Zylinderinduktormaschinen zugrunde gelegt. Das Diagramm der Kraftübertragung nimmt dann die in Abb. 1 gezeichnete einfache Gestalt an: Die Klemmenspannung $\mathfrak{U}$ des Generators ist gleich der Klemmenspannung $\mathfrak{U}$ des Motors. Der für beide Maschinen gleiche Strom $\mathfrak{J}$ eile um φ^0 hinter der Klemmenspannung $\mathfrak{U}$ nach. Die Leerlauf-EMK $\mathfrak{E}_g$ des Synchrongenerators ist um den gegen den Strom $\mathfrak{J}$ um 90° voreilenden induktiven Spannungsabfall $j\,\mathfrak{J}\,x_g$ größer als die Klemmenspannung

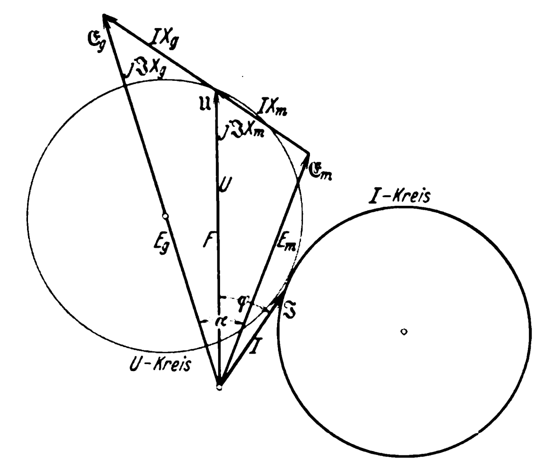


Abb. 1. Diagramm einer aus Synchrongenerator und Synchronmotor bestehenden Übertragung.



$\mathfrak{U}$. Die Leerlauf-EMK $\mathfrak{E}_m$ des Synchronmotors ist um den um 90° gegenüber dem Strom $\mathfrak{J}$ voreilenden induktiven Spannungsabfall $j\,\mathfrak{J}\,x_m$ kleiner als die Klemmenspannung $\mathfrak{U}$. Der Winkel zwischen den Vektoren $\mathfrak{E}_g$ und $\mathfrak{E}_m$ der Leerlauf-EMKe ist der sogenannte Spreizwinkel α. Für die Fläche F des aus den Vektoren $\mathfrak{E}_g$, $\mathfrak{E}_m$ und $j\,\mathfrak{J}\,(x_g + x_m)$ gebildeten Dreiecks ergibt sich

$$F = \frac{1}{2}\,E_m\,E_g \sin\alpha = \frac{1}{2}\,I\,(x_m + x_g)\,U\cos\varphi.$$

Hierin ist $U\,I\cos\varphi$, da das Diagramm der Abb. 1 nur für eine Phase gilt, wenn m die Phasenzahl der Maschinen ist, $1/m$ der gesamten übertragenen Leistung, so daß

$$N = \frac{m\,E_m\,E_g\sin\alpha}{x_m + x_g}$$

ist.
Bei unveränderten Erregungen ist somit die gesamte übertragene Leistung dem Sinus des Spreizwinkels proportional. Sie wird ein Höchstwert für $\alpha = 90°$, $\sin\alpha = 1$, und besitzt dann die Größe

$$N_{\max} = \frac{m\,E_m\,E_g}{x_m + x_g}\,.$$

Man kann den Quotienten

$$\frac{N_{\max}}{N} = \frac{1}{\sin\alpha}$$

als die Überlastungsfähigkeit $\ddot{u}$ der Übertragungsanlage bezeichnen. Will man also bei konstanter Überlastungsfähigkeit $\ddot{u}$ die insgesamt übertragene Leistung steigern, so sind die Leerlauf-EMKe E_g und E_m entsprechend zu vergrößern unter gleichzeitiger Beibehaltung des Spreizwinkels α. Aus Abb. 1 ist unmittelbar zu ersehen, daß sich der Leistungsfaktor ($\cos\varphi$) der Übertragung hierbei ändert, wenn nicht E_g und E_m so vergrößert werden, daß ihr Verhältnis zueinander gleich bleibt. Allgemein ergibt sich der Leistungsfaktor der Übertragung bei einem Verhältnis $k = E_m/E_g$ der Leerlauf-EMKe mit $\zeta = \frac{x_g}{x_m + x_g}$ zu

$$\cos\varphi = \frac{k\sin\alpha}{\sqrt{1 + k^2 - 2k\cos\alpha}\,\sqrt{1 + \zeta^2(1 + k^2 - 2k\cos\alpha) - 2\zeta\sqrt{1 + k^2 - 2k\cos\alpha - k^2\sin^2\alpha}}}\,.$$

Am zweckmäßigsten ist der Betrieb mit dem Leistungsfaktor 1. Er erfordert ein dem jeweiligen Spreizwinkel α gemäß obiger Gleichung angepaßtes Verhältnis k der Leerlauf-EMKe E_g und E_m oder noch vorteilhafter ein gleichbleibendes Verhältnis k, wenn mit gleichbleibender Überlastungsfähigkeit $\ddot{u} = 1/\sin\alpha$ gefahren wird.

Bei konstant belassenen Erregungen ändern sich die Klemmenspannung $\mathfrak{U}$ beider Maschinen und ihr Strom $\mathfrak{J}$ in Abhängigkeit vom Spreizwinkel α nach den Gesetzen

$$\mathfrak{U} = \mathfrak{E}_g\,\frac{k\,e^{-j\alpha}\,x_g + x_m}{x_m + x_g}\,,$$

$$\mathfrak{J} = \mathfrak{E}_g\,\frac{1 - k\,e^{-j\alpha}}{j\,(x_m + x_g)}\,.$$

So ergeben sich die in Abb. 1 eingezeichneten Kreisdiagramme, die einfach zu konstruieren sind: Die Vektoren $\mathfrak{E}_g$ und $\mathfrak{E}_m$ werden unter verschiedenen Spreizwinkeln α aneinandergesetzt. Die Verbindungslinie der Vektorendpunkte stellt dann jeweils den Vektor $j\,\mathfrak{J}\,(x_m + x_g)$ dar. Derjenige Punkt, der die Verbindungslinie im Verhältnis $x_g : x_m$ teilt, ist der Endpunkt des gesuchten Vektors $\mathfrak{U}$. Der Vektor des Stromes $\mathfrak{J}$ schließt mit der Verbindungslinie der Endpunkte der Vektoren $\mathfrak{E}_g$ und $\mathfrak{E}_m$ einen Winkel von 90° ein und ist im übrigen der Länge dieser Linie proportional. Der Mittelpunkt des $\mathfrak{U}$-Kreises liegt auf $\mathfrak{E}_g$ oder dessen geradliniger Verlängerung, der Mittelpunkt des $\mathfrak{J}$-Kreises liegt auf der Senkrechten zu $\mathfrak{E}_g$ durch den Scheitel des Spreizwinkels α. Sind $\mathfrak{E}_g$ und $\mathfrak{E}_m$, wie in Abb. 1 angenommen, verschieden groß und miteinander in Phase oder Gegenphase, so ergeben sich reine Blindströme. In dem besonderen Falle, daß E_g und E_m gleich groß sind, schneiden sich die Kreise für $\mathfrak{U}$ und $\mathfrak{J}$ rechtwinklig im Scheitel des Winkels α.

Die Klemmenspannung an den Maschinen ist jeweils

$$U = E_g\sqrt{1 + \zeta^2(1 + k^2 - 2k\cos\alpha) - 2\zeta\sqrt{1 + k^2 - 2k\cos\alpha - k^2\sin^2\alpha}}\,.$$

Der Strom der Maschinen ist

$$I = E_g\,\frac{\sqrt{1 + k^2 - 2k\cos\alpha}}{x_m + x_g}\,.$$

Bei konstanter Überlastungsfähigkeit $\ddot{u} = 1/\sin\alpha$ und konstantem Verhältnis k der Leerlauf-EMKe E_g und E_m steigen also die Klemmenspannung U der Maschinen und der Strom I proportional mit E_g bei steigender Last.

Das vom Synchronmotor entwickelte Moment M_m ergibt sich aus der Gleichung

$$N = \frac{m\,E_g\,E_m\sin\alpha}{x_m + x_g} = 9{,}81\,M_m\,\omega_m$$

(ω_m mechanische Winkelgeschwindigkeit des Motors) zu

$$M_m = E_g^2\,\frac{m\,k}{9{,}81\,\ddot{u}\,\omega_m\,(x_g + x_m)}\ \text{Meterkilogramm.}$$

Das verlangte mechanische Moment wird irgendeine Funktion der Motordrehzahl und damit der Frequenz sein: $M_m = F(f)$. Eine konstante Überlastungsfähigkeit

$$\ddot{u} = E_g^2\,\frac{m\,k}{9{,}81\,\omega_m\,(x_m + x_g)\,F(f)}$$

und konstanter Leistungsfaktor werden also erreicht, wenn k konstant bleibt und wenn der Ausdruck der frequenzabhängigen Größen

$$\frac{E_g^2}{\omega_m\,(x_m + x_g)\,F(f)}$$

konstant ist. Setzt man in bekannter Weise

$$E_g = c_g\,f\,\Phi_g\,,\quad \omega_m = \frac{2\pi\,n_m}{60} = \frac{2\pi f}{p_m}\,,$$

$$x_m + x_g = 2\pi f\,(L_m + L_g),$$

worin

c_g Proportionalitätswert,
Φ_g Leerlauffluß des Synchrongenerators,
n_m Drehzahl des Synchronmotors,
p_m Polpaarzahl des Synchronmotors,
L_m und L_g Ständerreaktanzen der Maschinen,

so muß

$$\frac{\Phi_g^2}{F(f)} = \text{konst.}$$

sein. Die Größe des magnetischen Flusses des Generators muß also jeweils proportional der Quadratwurzel des mechanischen Drehmomentes sein. Unter der Annahme, daß dieses selbst mit dem Quadrat der Frequenz steigt, wäre also zur Erhaltung konstanter Überlastungsfähigkeit und konstanten Leistungsfaktors der Generatorleerlauffluß linear mit der Frequenz zu erhöhen. Ein gleiches gilt für den Motorfluß. Die Klemmenspannung U an den Maschinen steigt in diesem Fall mit dem Quadrat der Frequenz, der Strom I der Maschinen linear mit ihr.

Zusammenfassung.

Die Überlastungsfähigkeit einer aus Synchrongenerator und Synchronmotor bestehenden Anlage bleibt konstant, wenn der Spreizwinkel zwischen den Leerlaufs-EMKen der beiden Maschinen konstant bleibt. Der Leistungsfaktor der Anlage ändert sich nicht, wenn gleichzeitig dafür gesorgt wird, daß die Leerlaufs-EMKe in einem bestimmten unveränderlichen Verhältnis stehen. Es werden allgemeine Gleichungen für den Leistungsfaktor, die Klemmenspannung und den Maschinenstrom in Abhängigkeit von den Maschinenkonstanten, vom Spreizwinkel und vom Verhältnis der Leerlaufs-EMKe angegeben. Bei unveränderten Erregungen der Maschinen ergeben sich Kreisdiagramme für die Klemmenspannung und den Strom, wenn sich der Spreizwinkel mit der übertragenen Leistung ändert. Konstante Überlastungsfähigkeit und konstanter Leistungsfaktor werden erzielt, wenn das Quadrat des Generatorleerlaufflusses proportional dem Drehmoment gehalten wird. Das ergibt für quadratischen Anstieg des Drehmomentes mit der Frequenz lineare Steigerung des Generatorleerlaufflusses und des Maschinenstromes und quadratischen Anstieg der Maschinenklemmenspannung mit der Frequenz.

RUNDSCHAU.

Leitungen.

621. 315. 29 **Der Kabelschießapparat zum Kurzschließen und Erden von Kabeln.** — Als Ergänzung einer Veröffentlichung an dieser Stelle[1]) verdient ein weiteres Gerät erwähnt zu werden, welches das Kurzschließen und Erden von Kabeln auf gefahrlose Weise gestattet, nämlich der Kabelschießapparat. Dieser arbeitet wie folgt (Abb. 1): In den Lauf (*1*) wird eine Schießpatrone und ein genügend breiter, meißelförmiger Bolzen (*2*) eingesetzt. Dann wird der Lauf mit Hilfe seiner Befestigungsklauen (*3*) auf dem Kabel (*4*) befestigt und der Verschlußkopf (*5*) aufgesetzt. Darauf begibt man sich nach beliebiger Richtung in Sicherheit und läßt eine am Abzughebel (*6*) befestigte und durch die Öse (*7*) geführte lange Zugleine lose folgen. Aus sicherer Entfernung kann man jetzt die Leine anziehen (Abb. 2), worauf der Schuß losgeht und der Bolzen durch das Kabel getrieben wird. Dieses Verfahren wurde vor mehreren Jahren vom Elektrizitätswerk Stuttgart entwickelt. Es hat sich inzwischen in zahlreichen Fällen bestens bewährt und zur Unfallverhütung beigetragen. Als besondere Vorzüge sind zu erwähnen: die handliche Form und einfache Handhabung des Gerätes, der geringe Platzbedarf bei dessen Anwendung sowie die Möglichkeit, sich in beliebig große, wirklich sichere Entfernung zu begeben, aus der dann in einem bestimmten Augenblick ein satter Aderkurz- und -erschluß mit Geschoßgeschwindigkeit hergestellt werden kann. *f.*

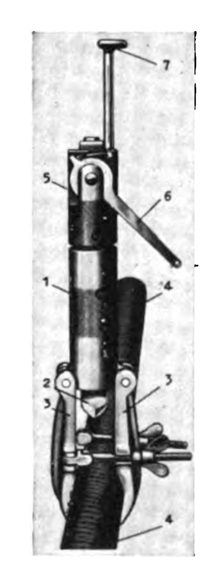
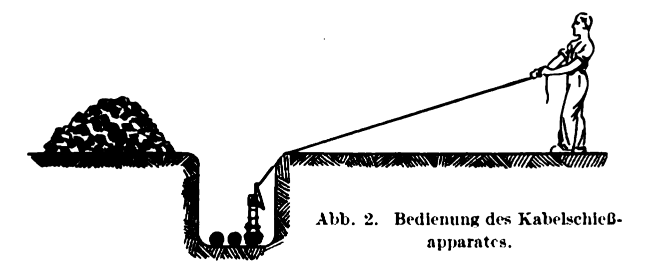


Abb. 1. Kabelschießapparat.


Abb. 2. Bedienung des Kabelschießapparates.

[1]) ETZ 56 (1935) H. 23, S. 647.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 316. 35 : 621. 315. 53 **Temperaturanmeldefarben in Aluminiumschaltanlagen.** — Die Temperatur von Schraubverbindungen in Schaltanlagen mit Kupfer- bzw. Aluminiumleitern wurde schon seit langem in vielen Betrieben mittels Temperaturanmeldefarben überwacht. Bekanntlich müssen bei der Verschraubung von Aluminiumleitern die Kontaktflächen besonders sorfältig bearbeitet werden, was eine gewisse Umschulung der Monteure voraussetzt. Ein Melden unzulässiger Erwärmung wird deshalb gerade in der Übergangszeit manchem Betriebsleiter willkommen sein. Da die Farben gebundenes Quecksilber enthalten, das in reinem Zustand stark angreifend auf Aluminium wirkt, erschien trotz günstiger Betriebserfahrungen eine sorgfältige Untersuchung geboten, bevor mit einem Hinweis an die Öffentlichkeit getreten werden durfte. Das Ergebnis bestätigt die Brauchbarkeit von zwei der drei untersuchten Farben und legt die Temperaturbereiche der verschiedenen Farbumschläge fest. Es wird empfohlen, besonders in feuchten Räumen die Anmeldefarben auf einem neutralen Grundlack (z. B. auf der Phasenfarbe) oder auf dem Schraubenkopf anzubringen. [Geier, v. Zwehl, Helling, Aluminium 7 (1935) S. 375.] *Sb.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 082. 4 : 531. 76 **Piezoelektrischer Schwingungs- und Beschleunigungsmesser.** — Die Messung von Schwingungen und Beschleunigungen, die an Maschinen jeder Art und in ihrer Nähe auf dem Erdboden, an Gebäuden in der Nachbarschaft usw. auftreten, erlangt bei der Vergrößerung der Leistung und der Geschwindigkeit der Maschinen eine ständig steigende Bedeutung. Man verwendet hierfür mit großem Erfolg seit einigen Jahren piezoelektrische Anzeiger, die gegenüber den sonst üblichen mechanischen den Vorteil der formgetreuen Wiedergabe auch bei höheren Frequenzen aufweisen[1]). Neuerdings beschrieben Gondet und Beaudouin an Hand von ausgeführten Apparaten und einer kurzen mathematischen Betrachtung die Forderungen, die an einen guten Schwingungs- und Beschleunigungsmesser zu stellen sind. Der piezoelektrische Anzeiger arbeitet grundsätzlich wie folgt: Der Quarz befindet sich zwischen einem festen Rahmen R, der den zu prüfenden Schwingungen folgt (Abb. 3), und einer durch eine Federkraft (Membran mit zentraler Massenanordnung) schwebend gehaltenen Masse M großer Trägheit. Bewegt sich der Rahmen im Takt der Schwingungen, so folgt M wegen der großen Trägheit nur wenig, also wird der Quarz um ein kleines Stück zusammengedrückt. Die hierbei freiwerdende Elektrizitätsmenge ist der durch die Beschleunigungskraft erzeugten Pressung proportional. Bei einer Masse $M = 1$ kg und einer Beschleunigung von $^1/_{10}$ der Erdbeschleunigung erhalten die Verfasser z. B. eine Spannung von 0,1 V. Die Spannung wird über ein Sonderelektrometerrohr einem Verstärker und dann zur Aufzeichnung dem Oszillographen zugeführt. Der Eingangswiderstand des Elektrometerrohres hat den außerordentlich hohen Wert von $10^{12}\,\Omega$, bedeutet also für den Quarz keine Belastung. Durch eine kleine, parallel zum Quarz liegende regelbare Kapazität wird die Empfindlichkeit der Anordnung in weiten Grenzen verändert. Beigegebene Oszillogramme von Schwingungen an Turbinen, Elektromotoren und solchen, die durch Flugzeug-Luftschrauben hervorgerufen werden, zeigen praktische Anwendungen. [H. Gondet u. P. Beaudouin, Rev. gén. Électr. 37 (1935) S. 499.] *E. Hm.*

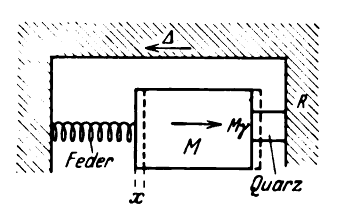


Abb. 3. Piezoelektrischer Schwingungsmesser (grundsätzliche Anordnung).

621. 317. 784 : 621. 395 **Ein Wattmeter für Fernsprechstromkreise.** — Die bekannten Verfahren zum Messen der von einem Fernsprechstromkreis aufgenommenen Leistung und des Leistungsfaktors, wie z. B. die Brückenmessungen oder die Messungen mit Röhrenwattmessern, sind nicht sehr befriedigend. Das in dem Aufsatz beschriebene Meßverfahren hat gegenüber diesen bisher bekannten Verfahren manche Vorzüge: Das Gerät ist einfach und deshalb billig. Der Eigenverbrauch ist klein, der Meßbereich groß. Die Nachteile des Geräts sind: (geringer) Frequenzfehler, verminderte Genauigkeit bei kleinem Leistungsfaktor. Im wesentlichen besteht das Instrument aus zwei Potentiometern, die phasenfrei gewickelt sind, und aus einem Röhrenspannungsmesser. Ein Potentiometer liegt parallel, das andere in Reihe mit dem Verbraucher. Am Parallelpotentiometer wird eine Teilspannung abgegriffen, die phasengleich ist mit der Ver-

[1]) Siehe hierzu z. B. Kluge u. Linckh, Forschg. Ing.-Wes. (1931) S. 153.

braucherspannung, und am Serienpotentiometer wird ein dem Verbraucherstrom proportionaler Spannungsabfall, der mit diesem Verbraucherstrom in Phase ist, gemessen. Dazu kommt noch eine dritte Messung einer Spannungskomponente, so daß durch diese drei Vektoren ein Dreieck bestimmt ist, aus dem sich Leistung und Leistungsfaktor rechnerisch und zeichnerisch ergeben. Zu allen Messungen (bei unveränderlicher Frequenz) wird derselbe Röhrenspannungsmesser benutzt. Die Messungen werden durch Schiebekontakte auf den Potentiometern ermöglicht. Das Parallelpotentiometer ist in Spannungswerten geeicht, das Serienpotentiometer in Werten für den Leistungsfaktor, so daß man also beide Werte unmittelbar ablesen kann. Der Leistungsverbrauch wird durch einfache Rechnung mit dem Rechenschieber erhalten. Das Meßverfahren verdient Beachtung, weil es bei nicht zu hohen Ansprüchen an die Genauigkeit einfach und leicht durchführbar ist. [K. R. Eldredge, Electr. Engng. 54 (1935) S. 279.] *Pzl.*

621. 317. 381 **Ein neuer Drehmomentmesser für oszillographische Registrierung.** — Zu den bisher bekannten Drehmoment-Meßeinrichtungen für oszillographische Registrierung [Piezo-Kristallkupplung[1]), Torsionsdynamometer mit elektrischer Anzeigevorrichtung[2]), Kondensatormeßeinrichtung[3]), magnetoelastische Meßeinrichtung[4]) u. ä.] gesellt sich ein neues, von H. Moser durchgebildetes Verfahren, das insofern bemerkenswert ist, als bei ihm, wie dieses in anderer Weise erfolgreich bei einigen Fernmeßverfahren geschieht, als Maß für die Meßgröße nicht die Spannung oder die Stromstärke, sondern die Frequenz verwendet wird, wodurch eine Reihe von Schwierigkeiten auf dem Wege vom umlaufenden Meßorgan bis zur Anzeigeeinrichtung im voraus entfallen. Moser verwertet die bekannte Erscheinung, daß die Eigenfrequenz eines ungedämpft schwingenden Körpers abhängig ist von der Größe der mechanischen Spannung, unter der dieser Körper steht. Als eigentliches Meßorgan dient eine Stahlsaite, die so eingespannt ist, daß die zu messende Kraft, z. B. die Umfangskraft einer Kupplung, von ihr übertragen wird. Die Saite *1* wird durch eine mechanisch-elektrische Rückkopplung *2* in transversale Eigenschwingungen versetzt (Abb. 4). Die am Ausgang der Rückkopplungsschaltung verfügbare Spannung wechselnder Amplitude und Frequenz wird zunächst in einem selbsttätigen Regler *3* auf konstante Amplitude gebracht, dann in einem Tiefpaß *4* von ihren Oberwellen befreit und schließlich auf eine Frequenzbrücke *5* gegeben. Letztere ist als Ausschlagsschaltung ausgebildet; sie liefert im Anzeigezweige eine Spannung, die bei konstanter Eingangsspannung innerhalb des ausgenutzten Bereiches praktisch linear mit der Frequenz geht, und speist, nötigenfalls unter Zwischenschaltung eines einstufigen Verstärkers *7*, entweder direkt oder über Trockengleichrichter *8*, die Meßschleife *9*. Der Verfasser beschreibt neben der Wirkungsweise der Schaltung auch kurz den Einbau der Saite, den Aufbau der Apparate, die Eichung und den Gang der Messung und zeigt einige Anwendungsbeispiele. Die Meßgenauigkeit der von ihm benutzten Versuchseinrichtung wird für dynamische Messungen mit etwas unter 5 % angegeben. [H. Moser, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 25 (1934) S. 689, ferner ATM, V 132—9.] *Rlf.*

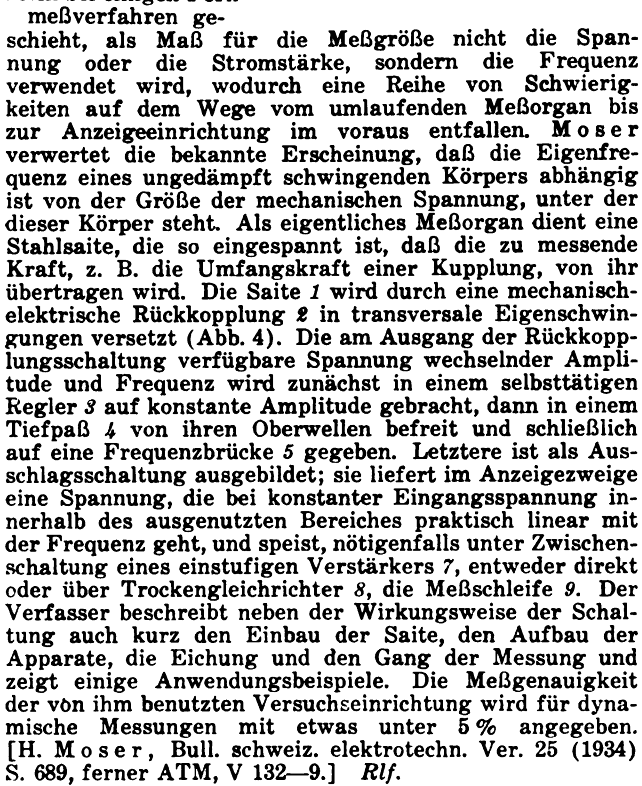


Abb. 4. Schaltung des Drehmomentmessers.

Apparate und Stromrichter.

621. 314. 57. 062 **Über selbsterregte, fremdgesteuerte Wechselrichter in Gegentaktschaltung.** — Der erste Teil einer Arbeit von Blaich behandelt das Verhalten des Gegentakt-Wechselrichters (im Schrifttum auch Parallelwechselrichter genannt) bei einfachen Belastungsfällen. Aus den physikalischen Grundbedingungen folgt, daß die abgegebene Wechselspannung größer sein muß als die zugeführte Gleichspannung. Mit zunehmender rein ohmscher Belastung wird die den Gefäßen zur Entionisierung zur Verfügung stehende Zeit kleiner; dadurch ist der rein ohmschen Belastung eine Grenze gesetzt. Besteht die Belastung aus einer Reihenschaltung von Induktivität und ohmschem Widerstand, so führen bestimmte Größenverhältnisse der beiden Widerstände auf unerfüllbare Betriebsbedingungen. Dasselbe tritt auf, wenn die Belastung aus einer Reihenschaltung von ohmschem, induktivem und kapazitivem Widerstand besteht. — Im zweiten Teil wird der Einfluß der Sättigung des Transformatoreisens untersucht. Es wird gezeigt, wie durch geeignete Bemessung des Transformators die abgegebene Wechselspannung von der zugeführten Gleichspannung und von der Belastung unabhängig gemacht werden kann. Die — nicht immer vorhandene — Möglichkeit, durch Erhöhung der Frequenz den Wechselrichter zu verbilligen, hat nur Sinn bis zu einer Frequenz von etwa 200 Hz. — Der dritte Teil behandelt den Vorschlag, durch Einfügen antiparallel geschalteter Gefäße das Gleichstromnetz zur Lieferung von Blindleistung an die Wechselstromseite heranzuziehen. Es zeigt sich, daß dadurch die Eigenschaften des Wechselrichters grundlegend geändert werden. Für manche Zwecke dürfte dieser neue Wechselrichter geeignet sein; im allgemeinen wird er aber durch die höheren Kosten der



gewöhnlichen Gegentaktschaltung unterlegen sein. [E. Blaich, Dissertation T. H. München 1934.] *Sb.*

Elektrowärme.

621. 364. 5. 015. 15 **Messung der Isolationsfestigkeiten elektrischer Kochplatten.** — Ist innerhalb der Isolation elektrischer Kochplatten ein Einzelfehler vorhanden, so wird der Ableitstrom über diese Stelle um so größer sein, je größer die Spannung gegen Erde an diesem Fehlerpunkte ist, d. h. je weiter der Erdungspunkt auf der Heizwicklung von dieser Stelle entfernt ist. Für diesen Fall (Abb. 5) ist der Isolationsstrom $I' = E_1/R'$. Liegt der Isolationsfehler nicht in der Mitte der Wicklung, so ergibt sich nach Umpolung (Punkt A geerdet) $I^* = \frac{E - E_1}{R'}$. Zur Ermittlung des Isolationswiderstandes mißt man also I' und nach Umpolung I^* und erhält aus $I' + I^* = E/R'$, $R' = \frac{E}{I' + I^*}$. Auch für den Normalfall, daß der Ableitstrom über die ganze Länge des Heizleiters verteilt ist, gilt dieser Wert von R', wie man aus der Summierung der Einzelströme leicht nachweisen kann. — Die praktische Messung erfolgt demnach so, daß man ein empfindliches Milliamperemeter zwischen Plattenoberfläche und Erde schaltet und zweckmäßig bei Wechselstromheizung die Ableitströme bestimmt. Die Ableitströme vergrößern sich natürlich mit steigender Temperatur und sind danach bei trockengehender Platte größer als bei aufgesetztem Kochgut. Bei Überspannung ist der Isolationswiderstand ebenfalls, entsprechend der höheren Endtemperatur, geringer. — Da der Ableitstrom unter Umständen gefährliche Größen annehmen kann, ist für die Festlegung von unbedingt einzuhaltenden Grenzwerten eine Prüfung der zur Zeit auf

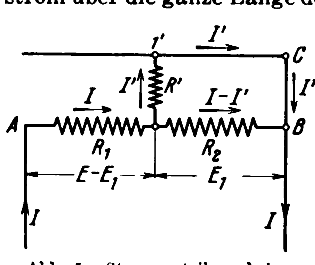


Abb. 5. Stromverteilung bei einem Isolationsfehler einer Kochplatte.

[1]) Lund, AEG-Mitt. 1931, S. 694, ATM, V 132—3.
[2]) Rolf, ETZ 54 (1933) S. 1160.
[3]) ATM, V 132—2 u. 5.
[4]) ATM, V 132—6.

dem Markt befindlichen Geräte erforderlich. Für eine 220 mm-Platte ergab sich für 220 V bei Leerlauf etwa 1,75 mA. Bei 40 % Überlast dagegen steigt der Wert auf rd. 6,5 mA. Bei Hochleistungskochplatten verschlechtert sich der Ableitstrom noch weiter. Da bei loser Berührung mit der Hand 2 mA Durchgangsstrom durch den Körper gerade noch erträglich ist (bei fester Berührung liegt der Wert bei 7 mA), muß natürlich ein Vollherd mit normaler Bestückung wegen des großen Gesamtisolationsstromes gut geerdet werden. Aber auch bei geringsten fühlbaren Ableitströmen tritt schon eine Abneigung gegen die Benutzung der Heizplatten ein, so daß allgemein bei fühlbaren Ableitströmen geerdet werden sollte. Für einen normalen Dreiplattenherd sind in Zahlentafel 1 die höchstzulässigen Ableitströme genannt.

Zahlentafel 1. Höchstzulässige Ableitstrome eines Dreiplattenherdes.

Plattendurchmesser	Leistung der Platten	noch zulässiger Ableitstrom bei	
		1,18facher Nennspannung	Nennspannung
cm	W	mA	mA
14,5	800	3,71	0,98
18,0	1200	6,50	1,47
22,0	1800	13,00	2,20

[A. Velisek, Elektrotechn. u. Maschinenb. 53 (1935) S. 97.] *Wi.*

Verkehrstechnik.

621. 335. 4. 033. 44 (7) **Neuer amerikanischer dieselelektrischer Triebwagenzug.** — Auf der 70 km langen Strecke zwischen Boston und Providence ist ein dieselelektrischer Triebwagenzug in Dienst gestellt worden mit zwei gleichen Dieselkraftanlagen an beiden Enden des Zuges. Da an den Enden der Strecke keine Umsetzungsmöglichkeit besteht, sind beide Enden des Zuges ganz gleich in Stromlinienform ausgebildet. Der Zug besteht aus drei Wagen mit zwei Antriebsdrehgestellen und zwei Jakobs-Laufdrehgestellen. Durch weitgehende Verwendung von Aluminiumlegierungen konnte das Gewicht des ganzen Dreiwagenzuges auf nur 115 t gebracht werden bei einer Gesamtlänge von 63 m und einem Fassungsvermögen von 160 Personen.

Zwei 6-Zylinder-Viertakt-Dieselmaschinen von je 400 HP treiben je einen Haupt- und einen Hilfsgenerator. Die Drehzahl der Dieselmotoren wird durch einen elektropneumatischen Brennstoffzufuhrregler vom Führerschalter aus gesteuert. Der Strom der Hauptgeneratoren wird über Schalt- und Kontrolleinrichtungen den Triebmotoren unmittelbar zugeführt. Die Nennspannung der Hauptgeneratoren beträgt 500 V. Mit einem Hauptschlußfeld wird der Hauptgenerator zum ersten Anlassen des Dieselmotors benutzt, wobei die elektrische Energie hierzu einer Batterie von 56 Zellen entnommen wird. Beim Leerlauf wird der Hauptgenerator in der Anlaßschaltung zum Laden der Batterie und zur Speisung der Luftverdichter und Kühlerlüfter benutzt. Während des Fahrbetriebes werden alle Hilfskreise und das Laden der Batterie von dem Hilfsgenerator mit 140 V betätigt. Der Steuerstrom wird der Batterie entnommen, die Lichtstromkreise sind an die Batterie angeschlossen, wobei Spannungserhöhungen beim Laden durch Kohleregler vernichtet werden. Die Schütze des Anlaßstromkreises und der Hilfsmaschinenstromkreise werden elektromagnetisch, die Schütze im Stromkreis der Antriebsmotoren elektropneumatisch betätigt. Eine Totmanns-Einrichtung in der üblichen Ausführung ist vorhanden. Der Zug hat Lüftungseinrichtung mit Temperaturüberwachung durch Thermostaten, die selbsttätig die beiden Verdichter und die sechs im Zuge verteilten Lüftungssätze getrennt steuern. Für die Heizung ist ein ölgefeuerter, vollselbsttätig wirkender Dampfkessel vorhanden, von dem der Heizdampf zu Heizschlangen in den Belüftungsanlagen geleitet wird.

Die 70 km lange Strecke mit nur einem Zwischenhalt wird in 44 min zurückgelegt, dies entspricht einer Reisegeschwindigkeit von etwa 95 km/h. Die betriebsmäßige Höchstgeschwindigkeit beträgt 145 km/h, bei Ausfall eines der beiden Dieselaggregate kann immer noch eine Geschwindigkeit von etwa 110 km/h erzielt werden. [Rly. Age 98 (1935) S. 632.] *Dtt.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 44 : 621. 398 : 621. 315. 027. 3 **Hochfrequenztelephonie über Starkstromleitungen.** — Zwischen Kraft- und Umspannwerken sind Nachrichtenkanäle für die verschiedensten Zwecke erforderlich. Außer zur fernmündlichen Verständigung werden sie für Fernmessung und Fernsteuerung benötigt. Die leitungsgerichtete Hochfrequenztelephonie (HF-Telephonie) verwendet Frequenzen von 50 bis 300 kHz (6000 bis 1000 m). Die zu übertragende Niederfrequenz wird einem Träger aufmoduliert und über einen Sendeverstärker von 10 W Leistung über Hochspannungssicherungen und einen Koppelkondensator der Hochspannungsfreileitung zugeführt. Sperrdrosseln in der Hochspannungsleitung sorgen dafür, daß die HF nicht in weitergehende Leitungen oder Sammelschienen abfließt. Empfangsseitig erfolgt die Ankopplung an die Freileitung in der gleichen Weise, die modulierte HF gelangt dann über ein Trennfilter und Verstärker zum Gleichrichter. Hinter diesem sind ein Telephon oder sonstige Empfangsgeräte angeschlossen. Die Anforderungen an Sender und Empfänger entsprechen denen in der Rundfunktechnik. Hohe Trennschärfe wird gefordert, um dicht benachbarte Sender empfangen zu können. Den Schwundzeiten im Rundfunk entsprechen die Schwankungen der ankommenden HF-Energie infolge des verschiedenen Schaltungszustandes der Hochspannungsanlage. Schließlich muß auch eine sehr hohe Übertragungsgüte erreicht werden, damit man verschiedene HF-Verbindungen in Reihe schalten kann. Im angegebenen Frequenzband können etwa 50 Sender untergebracht werden, so daß 25 Gespräche gleichzeitig geführt werden können. Zur günstigsten Verteilung der Wellen ordnet man einem „Sprechbezirk" jeweils zwei Wellen zum Gegensprechen zu. Im Bezirk kann dann nur ein selbständiges Gespräch geführt werden, während die übrigen Stationen des Bezirks auf den gleichen Wellen gesperrt werden. Um mehrere unabhängige Gespräche führen zu können und auch größere Entfernungen zu überbrücken, ordnet man an den Grenzen eines Sprechbezirks sogenannte Relaisstationen an, die aus zwei HF-Stationen bestehen und eine Übertragung des Gespräches gestatten. Der Aufbau derartiger Verbindungen geschieht mit Hilfe der aus der Selbstanschlußtechnik bekannten Einzelteile. Die Wahlimpulse werden durch Tastung des Trägers übertragen. Man kann so beliebige Teilnehmer in beliebigen Sprechbezirken erreichen.

Soll ein Schalter ferngesteuert werden, so wird er wie ein Telephonieteilnehmer gewählt und nach erfolgter Rückmeldung ferngesteuert. Ebenso kann beispielsweise ein Meßinstrument angewählt werden und seinen Stand übertragen. Zur dauernden Meßwertsübertragung wird jedoch ein besonderer Sender eingesetzt. Die Instrumentenangaben werden in Form tonfrequenter Telephoniezeichen übertragen. Bei mehreren Instrumenten steuert jedes mit einer bestimmten Tonfrequenz den Sender, und am Empfangsort werden die Frequenzen durch Siebe wieder getrennt.

Die Hochfrequenz pflanzt sich auf der Freileitung genau wie der Starkstrom fort, sie erfährt jedoch eine wesentlich höhere Dämpfung. Die Dämpfungsverluste entstehen einmal durch Hautwirkung, zum anderen durch das Eindringen des magnetischen Feldes der Doppelleitung in die Erde. Bei einer Einfachleitung mit Erde als Rückleitung entstehen sie auf dem einen Weg durch die Hautwirkung des Drahtes, in umgekehrter Richtung durch den hohen HF-Widerstand der Erdrückleitung. — Eine Energieabstrahlung der Leitungen findet praktisch nicht statt. [W. Wolman, Veröff. a. d. Geb. Nachr.-Techn. 4 (1934) S. 329.] *Hze.*

Hochspannungstechnik.

621. 313. 12. 015. 33 : 621. 3. 022 **Hochstrom-Stoßgenerator.** — Zwar sind die als Folge von Blitzeinschlägen und Schaltvorgängen auftretenden Zerstörungen von Isolationen, Transformatorenwicklungen usw. zunächst durch die Überspannungen eingeleitet. Die eigentliche Zerstörung wird aber durch die dabei auftretenden Ströme verursacht, infolgedessen müssen auch die Schutzapparate für die Ableitung großer Ströme nach Erde gebaut werden. Es ist also die Kenntnis des Einflusses von Stromhöhe und -dauer von Wichtigkeit. Im Juli 1934 wurde daher bei der General Electric Comp. in Pittsfield ein Hochstrom-Stoß-

generator mit 150 kV Ladespannung aufgebaut. Seine Betriebskapazität von 5,33 μF wird gebildet durch insgesamt 96 Kondensatoren von 0,5 μF und 50 kV Betriebsspannung in 32 parallelen Gruppen, wobei in jeder Gruppe drei Kondensatoren in Reihe liegen. Die Kondensatorenbatterie ist in einem Rechteck rings um die Schaltfunkenstrecke und den Prüfgegenstand angeordnet. Je zwei parallele Gruppen haben gesonderte Zuleitungen zu der allen 16 Kreisen gemeinsamen Schaltfunkenstrecke mit dem Prüfgegenstand. Der Vorteil dieser Bauart liegt in dem kleinen Widerstand R und der geringen Eigeninduktivität des Stoßkreises, dessen einzelnen Daten die folgenden sind:

$L = 1{,}24\ \mu$H gerechnet,
$L = 1{,}47\ \mu$H gemessen,
$R = 0{,}024\ \Omega$ ohne Schaltfunkenstrecke, gerechnet,
$R = 0{,}0516\ \Omega$ mit Schaltfunkenstrecke, gemessen.

Der Funkenwiderstand der Schaltfunkenstrecke ergibt sich zu $R \approx 0{,}02\ \Omega$.

Der Hauptanteil des wahren Widerstandes und der Eigeninduktivität tritt in dem kurzen gemeinsamen Leitungsstück auf, das durch Schaltfunkenstrecke und Prüfgegenstand gebildet wird und nicht weiter verkürzt werden kann.

Mit diesem Hochstrom-Stoßkondensator sind maximal 265 kA bei einer Ladespannung von 150 kV erreicht worden. Der Entladevorgang ist hierbei oszillatorisch. Der für den Übergang zur aperiodischen Entladung erforderliche hinzuzuschaltende Dämpfungswiderstand hat 1,05 Ω. Da aber durch räumlichen Einbau dieses Widerstandes die Eigeninduktivität des Stoßkreises gesteigert wird, erhöht sich dadurch der zusätzliche Widerstand auf 1,32 Ω. Der bei einem solchen grenzaperiodischen Entladungsvorgang maximal erreichbare Stromwert beträgt etwa 100 kA und liegt damit in der Größenordnung der bisher gemessenen höchsten Blitzstromstärken. Zur Untersuchung der Vorgänge wird ein Kathodenstrahl-Oszillograph benutzt. Die erforderliche Ablenkspannung wird an einem Widerstand von 0,0053 Ω im Stoßkreis abgegriffen. Eichung und Kontrollmessungen dieses Widerstandes ergaben Konstanz innerhalb des erforderlichen Meßbereiches.

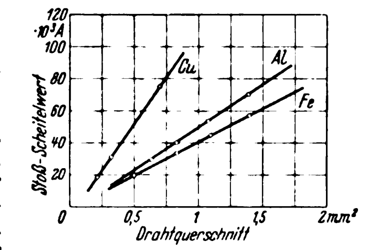


Abb. 6. Mindest-Stoßschmelzstrom in Abhängigkeit vom Drahtquerschnitt dargestellt für verschiedene Leiter.

Im zweiten Teil der Arbeit wird über Zerstörungs- bzw. Abschmelzversuche an Kupfer-, Aluminium- und Eisendrähten in Abhängigkeit vom Leiterquerschnitt bei einem aperiodischen Stoßvorgang der Stoßstrom-Wellenform 3,4/9,2[1]) berichtet.

Besonders wurde das Verhalten der Probedrähte bei demjenigen Stoßstrom untersucht, bei dem gerade eine Zerstörung bzw. Abschmelzung eintritt (vom Berichter weiterhin Mindest-Stoßschmelzstrom genannt). Benutzt wurden Leiterstücke von 15 cm Länge, die in starken Köpfen eingesetzt waren.

Bei Kupferdrähten trat das Abschmelzen in der Nähe der Köpfe auf, manchmal auch gleichzeitig an beiden Enden. Bei Steigerung des Stromes über den Mindest-Stoßschmelzstrom hinaus traten die Abschmelzungen ebenso in der Mitte wie an beiden Enden des Probedrahtes auf. Die Eisendrähte rissen bei dem Mindest-Stoßschmelzstrom meist gleichzeitig an beiden Enden, manchmal auch nur in der Nähe eines Endes. Bei weiterer Steigerung des Stromes schmolz das Eisen außer an den Enden auch an einigen über die ganze Länge des Drahtes verteilten Stellen, so daß nach der Prüfung häufig kleine Eisenstücke und auch zusammengeschmolzene Eisenkugeln vorgefunden wurden. Das Verhalten von Aluminium ähnelt mehr dem von Kupfer, mit dem Unterschied der größeren Neigung, in kleine Stücke zu zerspringen. Bei größeren Stromwerten verbrannten die Probedrähte häufig vollkommen, ohne merkliche Rückstände zu hinterlassen. Sehr wahrscheinlich rührt das Abschmelzen an beiden Enden des jeweiligen Probedrahtes beim Mindest-Stoßschmelzstrom von der plötzlichen Querschnittsverminderung der einzelnen Stellen her. Die Versuche ergaben eine lineare Abhängigkeit des Abschmelzstromes vom Leiterquerschnitt (Abb. 6).

Die Wirkungen von Strom- und Magnetfeld wurden besonders deutlich bei einem Versuch mit einem flachen Metallband. Dieses Band wurde unter dem Einfluß des Stromes in die Nähe der Schmelztemperatur gebracht und in diesem Zustande durch die Einwirkung des starken Magnetfeldes zu einem Stab mit etwa kreisrundem Querschnitt umgeformt. Den Schluß des Aufsatzes bilden die Berechnungen der bereits angegebenen Werte für Widerstand und Eigeninduktivität des Stoßkreises sowie eine Berechnungsmöglichkeit für Mindest-Stoßschmelzströme. [K. B. McEachron und J. L. Thomason, Gen. electr. Rev. 38 (1935) S. 126.] *N. Lb.*

[1]) Der erste Wert gibt die gesamte Stromanstiegzeit von Null bis zum Stromhöchstwert in μs an, der zweite die Halbwertsdauer von Beginn des gesamten Vorganges an gemessen, an. Siehe auch Electr. Engng. 52 (1933) S. 9., und Leitsätze für die Prüfung mit Spannungsstößen. ETZ 55 (1934) S. 522, sowie Hescho-Mitt. H. 71/72.

AUS LETZTER ZEIT.

Privattelegramme an Luftreisende. — Vom 1. 9. an sind Privattelegramme an Empfänger auf deutschen Flugzeugen zugelassen. Die Telegramme werden nach der Auflieferung bei den Telegrammannahmestellen der Deutschen Reichspost der für das Empfangsflugzeug in Betracht kommenden Bodenfunkstelle zugeführt. Diese übermittelt das Telegramm an das Flugzeug. Es sind nur Telegramme in offener Sprache mit höchstens 15 Wörtern zugelassen.

Meßtechnik vor 50 Jahren. — Im Arch. techn. Messen[1]) zeichnete Keinath kürzlich einen Ausschnitt aus der Geschichte der Meßtechnik. Im allgemeinen Ingenieurwesen war die Meßtechnik vor 50 Jahren noch sehr unentwickelt, und sie ist bis heute weit hinter jener der viel jüngeren Elektrotechnik zurückgeblieben. „Heute wird beispielsweise auch der Verbrauch sehr kleiner Elektromotoren mit einem Zähler überwacht, während man dagegen auf den modernsten und größten Schiffen der Welt, die jährlich für Millionen Brennstoff verbrauchen, noch in den primitivsten Anfängen der Energiewirtschaft steckt". Schon die alten Jahrgänge der ETZ geben einen vollständigen Querschnitt durch die Meßtechnik ihrer Zeit und berichten z. B. über die ersten Drehspul- und Dreheiseninstrumente oder etwa die Elektrolytzähler der ersten Zentralen und die Anfänge schreibender Meßgeräte.

Das Dieselmotorschiff „Baden" der Deutschen Reichsbahn. — Im Sommer dieses Jahres wurde das bis 800 Personen fassende Dieselmotorschiff „Baden" auf dem Bodensee in Betrieb genommen. Es wird durch zwei Dieselmotoren von je 340 PS bei 230 U/min angetrieben, die über ein Kegelradgetriebe auf Voith-Schneider-Propeller einwirken. Die Wellen der beiden Dieselmotoren werden durch eine elektrische Synchronisiereinrichtung zum Winkelgleichlauf gezwungen[2]), so daß lästige Schiffsschwingungen vermieden werden. Im übrigen ist die Elektrizität weitgehend bei den Einrichtungen dieses Schiffes angewandt worden. Bei den Abnahmefahrten erreichte die „Baden" eine Höchstgeschwindigkeit von rd. 27 km/h.

Ein deutsches Rundfunkmuseum. — Im Anschluß an die letzte Funkausstellung wurde in Berlin im Hause des Reichsverbandes Deutscher Rundfunkteilnehmer, Potsdamer Straße 123 b, ein technisches Museum eröffnet, das die Entwicklung des Funkwesens, im besonderen des Rundfunks, zeigt.

Neue Osramfabrik. — Die Osram G. m. b. H. Kommandit-Ges. hat die im Berliner Norden gelegenen Werks- und Verwaltungsgrundstücke der Bergmann Elektricitäts-Werke AG. erworben, um hier eine neue Glühlampenfabrik und Lagerhäuser zu schaffen. Die Betriebe der Bergmannwerke sind schon seit längerem in Berlin-Rosenthal zusammengefaßt; dort wird nun auch ein neues Verwaltungsgebäude errichtet.

[1]) Keinath, Arch. techn. Messen (1935) V 00—3.
[2]) ETZ 56 (1935) H. 28, S. 972: Fachgruppe C 1, Maschinen.

WIRTSCHAFTSTEIL.

Abfallinie und Altersverteilung.

Ein Beitrag zur Theorie der Holzmaststatistik.

Von Dr.-Ing. Karl Kohler, Karlsruhe.

621. 315. 668. 1. 003

Übersicht. Mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung wird der Einfluß des Altersaufbaues des Mastbestandes eines Betriebes auf die statistisch ermittelbare Abfallinie bzw. deren Mittelwert untersucht.

1. Problemstellung.

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von verschiedenartigen Holzmastimprägnierungen bzw. auch Masten verschiedener Hölzer wird die mittlere Standdauer verwendet. Dieselbe wird als Mittelwert des erreichten Alters bei einer größeren Anzahl von ausgewechselten Masten bestimmt.

Trägt man in einem Koordinatensystem als Abszissen das Alter (Standdauer) und als Ordinaten die bei der statistischen Erhebung gefundene zugehörige Anzahl der ausgewechselten Masten auf, so stellt die durch die einzelnen Punkte gezogene Kurve die sogenannte Abfallinie dar.

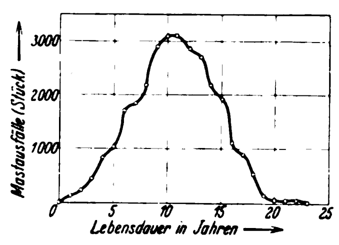


Abb. 1. Abfallinie nach Christiani[1]) (Reichspost).

Vergleicht man die Abfallinien gleichwertiger Masten aber verschiedener Betriebe, so lassen sich wesentliche Unterschiede im Charakter der Kurven feststellen, die sich ohne weiteres nicht erklären lassen. Die Erfahrung zeigt ferner, daß die im laufenden Betrieb ermittelten Linien unregelmäßig und unsymmetrisch verlaufen[1]) (Abb. 1).

Bezeichnet man das Ausfallsalter mit h, die zugehörige Anzahl von ausgefallenen Masten mit M_h' und die insgesamt erfaßten Mastabgänge mit M', so ist man versucht, dem Verhältnis M_h'/M' die Bedeutung einer Wahrscheinlichkeit für den Ausfall eines Einzelmastes der betreffenden Gattung im Alter h zuzusprechen. Die zeitliche Verteilung dieser Häufigkeit weist zunächst die gleichen unregelmäßigen Eigenschaften wie die Abfallinie auf. Die Zerstörung der Masten dürfte zeitlich durch Zufälligkeiten bedingt sein. Die beobachtete Unsymmetrie der Abfallinie bzw. der Verteilung der Ausfallshäufigkeiten, die wir Altersverteilung nennen wollen, wird dadurch unerklärlich.

Nimmt man an, daß die tatsächliche Altersverteilung sowie die in jedem Betriebsjahr (n) eingebauten Mastmengen (m_n) bekannt sind, so können die im Mittel beobachtbaren Mastausfälle $\overline{M}_h'$ berechnet werden. Sind die erfaßten Jahresbestände groß, so ist der beobachtete Ausfall nahezu gleich dem errechneten Mittelwert ($M_h' \approx \overline{M}_h'$). Man ist also dann in der Lage, die Abfallinie mit Hilfe der Altersverteilung angenähert zu berechnen.

Anschließend soll der Zusammenhang zwischen der Altersverteilung und der Abfallinie festgestellt und die daraus sich ergebenden Forderungen gezogen werden.

2. Mittelwertsbildung der Ausfallsmengen mit konstanter Gebrauchsdauer.

Bei der in Abb. 2 gewählten Darstellung bedeutet T denjenigen Zeitpunkt, von welchem an alle Mastausfälle statistisch erfaßt werden, N die seit Einbau der ersten Masten verflossene Zeit und h die beim Abgang der Masten festgestellte Gebrauchsdauer. Als Ordinaten sind in der Abb. 2 für jeden Abstand n vom Ursprung die in dem entsprechenden Jahr eingebauten Masten (m_n) aufgetragen. Fallen nun in einem beliebigen Zeitpunkt n innerhalb der Grenzen $n = T$ und $n = N$ mit einer konstanten Gebrauchsdauer h an, so entstammen dieselben dem vor ($n—h$) Jahren eingebauten Bestand m_{n-h}. Nach der angenommenen Altersverteilung ist die Wahrscheinlichkeit für den Abgang eines Mastes im Alter h gleich $w(h)$; damit ist aber die Wahrscheinlichkeit für den Ausfall von m'_{n-h} Masten im selben Alter:

$$w\left(m'_{n-h}\right) = \binom{m_{n-h}}{m'_{n-h}} w(h)^{m'_{n-h}} \cdot [1 - w(h)]^{m_{n-h} - m'_{n-h}}$$

Nun können aber Masten mit der konstanten Gebrauchsdauer h in den Zeitpunkten $n = T, T + 1, T + 2, \ldots\ldots N$ (sofern $T > h$) aus den Beständen $m_{T-h}, m_{T+1-h}, m_{T+2-h}, \cdots\cdots m_{N-h}$ angetroffen werden. Die Anzahl der im Zeitraum $N—T$ ausgewechselten Masten mit $h =$ konst. ist allgemein

$$m_h' = m'_{T-h} + m'_{T+1-h} + m'_{T+2-h} + \cdots + m'_{N-h}$$

und die Wahrscheinlichkeit, daß eine bestimmte Kombination dieser Summe angetroffen wird

$$w\left(m_h'\right) = w\left(m'_{T-h}\right) w\left(m'_{T+1-h}\right) w\left(m'_{T+2-h}\right) \ldots w\left(m'_{N-h}\right)$$

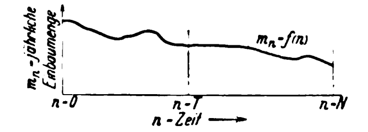


Abb. 2. Darstellung des zeitlichen Aufbaus des Mastbestandes.

Die Gesamtwahrscheinlichkeit für die Beobachtung von m_h' Mastabgängen im Zeitraum $N—T$ ist dann die Summe aller $w(m_h')$, für welche m_h' konstant ist. Die genaue Kenntnis der Werte von $w(m_h')$ ist nicht erforderlich, da lediglich der Mittelwert der entsprechenden Verteilung für diese Untersuchung Bedeutung hat. Nach einer allgemeinen wahrscheinlichkeitstheoretischen Überlegung ist aber der gesuchte Mittelwert

$$\overline{M}_h' = w(h)\,(m_{T-h} + m_{T+1-h} + m_{T+2-h} + \ldots\ldots + m_{N-h})$$

Bestimmt man $\overline{M}_h'$ für h von 0 bis Z, wobei Z jener Zeitraum ist, in welchem nach der Altersverteilung alle Masten ausfallen, so ist die in einem rechtwinkligen Koordinatensystem durch die Punkte h und $\overline{M}_h'$ gebildete Kurve die bei genügend großen Mastbeständen festzustellende Abfallinie.

Nur wenn das Summenglied

$$(m_{T-h} + m_{T+1-h} + m_{T+2-h} + \ldots\ldots + m_{N-h}) = S_h$$

für alle h von 0 bis Z gleich groß ist, ist die Abfallinie bis auf eine Maßstabskonstante mit der Altersverteilung identisch. Diese Bedingung ist nun bei der Zwangsläufigkeit des Betriebes nie zu erfüllen, es sei denn, daß man für die Statistik eine bestimmte und zu gleichem Zeitpunkt eingebaute Mastmenge verwendet und die Beobachtungen so lange ausdehnt, bis alle diese Masten ausgefallen sind. In diesem Falle ist das fragliche Summenglied immer gleichgroß, und zwar gleich der beobachteten Mastzahl.

Bei Feststellungen im laufenden Betrieb ist aber immer damit zu rechnen, daß verschiedene Unternehmungen trotz Einbaus gleichwertiger Masten je nach der Eigenart der zeitlichen Entwicklung des Mastbestandes voneinander abweichende Abfallinien ermitteln. Man kann

[1]) Nowotny, ETZ 33 (1912) S. 976. — Christiani, Arch. Post Telegr. (1905) S. 505.



auch annehmen, daß der unregelmäßige Verlauf verschiedener Abfallinien durch den Einfluß des Summengliedes S_h bedingt ist. Eine Allgemeingültigkeit hat nur die Altersverteilung zu beanspruchen, welche allerdings durch die angegebenen Beziehungen aus den jeweiligen Abfallinien bestimmt werden kann.

3. Mittelwert der Standdauer.

Als tatsächliche mittlere Standdauer erhält man aus der Altersverteilung

$$\bar{h} = \sum_{h=o}^{Z} h\, w\,(h)$$

wobei gezeigt werden kann, daß der Mittelwert der Abfallinie gleich, größer oder kleiner als $\bar{h}$ ist.

Ist die Abfallinie und gleichzeitig die Entwicklung des Mastbestandes in ausreichendem Umfang bekannt, so wäre zunächst die Altersverteilung nach der Beziehung

$$w\,(h) \approx \frac{M'_h}{S_h}$$

zu bestimmen und aus dieser dann der Mittelwert $\bar{h}$ zu errechnen.

4. Zahlenbeispiel.

An Hand eines Beispieles soll nun der Einfluß des zeitlichen Aufbaues des Mastbestandes auf die Abfalllinie gezeigt werden. In Ermangelung ausreichender statistischer Unterlagen wird die Altersverteilung sowie die erforderliche Beziehung über den Altersaufbau der Masten angenommen; die zu erwartende Abfallinie und deren Mittelwert werden dann errechnet.

Der Einfachheit halber soll die Altersverteilung als Dreiecksverteilung mit einem Mittelwert von 10 Jahren (Abb. 4 und Spalte 2 der Zahlentafel 1) vorausgesetzt werden. Der zeitliche Aufbau des Mastbestandes soll in dem Bereich von $n = 0$ bis $n = T$ linear-progressiv nach der Beziehung

$$\frac{m_n}{m_o} = 1 + a\,n$$

(a = jährliche Mehreinbaumenge bezogen auf m_0) gegeben sein (Abb. 3). Da im allgemeinen die Bestände sowie die Ausfälle jährlich zusammengefaßt werden, müßten beide Beziehungen als Punktreihen angegeben werden; die Darstellung in Kurven ist jedoch für die Ermittlung von S_h anschaulicher, ohne daß dadurch das Endergebnis praktisch beeinflußt würde.

Zahlentafel 1. Berechnung des Beispiels.

Spalte	1	2	3	4	5	6
	h	$w(h)$	S_h/m_o	$\bar{M}_h/m_o$	$\bar{M}_h/m_o \cdot 120{,}6$	$h\,\bar{M}_h/m_o$
	1	0,01	210	2,1	0,017	2,1
	2	0,02	200	4,0	0,033	8,0
	3	0,03	190	5,7	0,047	17,1
	4	0,04	180	7,2	0,060	28,8
	5	0,05	170	8,5	0,070	42,5
	6	0,06	160	9,6	0,079	57,6
	7	0,07	150	10,5	0,087	73,5
	8	0,08	140	11,2	0,093	89,6
	9	0,09	130	11,7	0,097	105,3
	10	0,10	120	12,0	0,099	120
	11	0,09	109,25	9,8	0,082	107,8
	12	0,08	99	7,9	0,067	94,8
	13	0,07	89,25	6,4	0,053	83,2
	14	0,06	80	4,8	0,040	67,2
	15	0,05	71,25	3,6	0,030	54
	16	0,04	63	2,5	0,021	40
	17	0,03	55,25	1,7	0,014	28,9
	18	0,02	48	1,0	0,008	18
	19	0,01	41,25	0,4	0,003	7,6
Summe:		1,00		120,6	1,000	1046

Das Summenglied S_h ist nun für $h \leq T$ bis auf die Konstante m_o durch den Inhalt der in Abb. 3 gestrichelten Fläche $BCDE$ bestimmt; für $h > T$ tritt an deren Stelle die Fläche $OACD$. Es ist dann:

für $h \leq T$

$$\frac{S_h}{m_o} = (N - T)\left[1 + a\left(\frac{N+T}{2} - h\right)\right]$$

und für $h > T$

$$\frac{S_h}{m_o} = (N - h)\left[1 + \frac{a}{2}\,(N - h)\right].$$

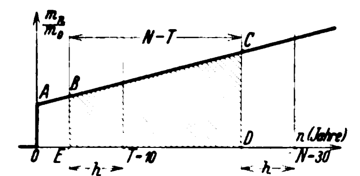
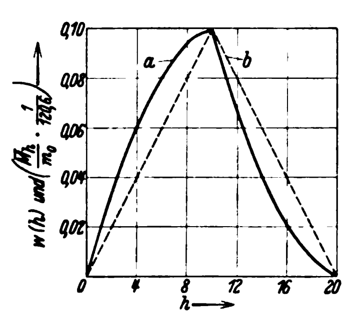


Abb. 3. Beispiel (zeitlicher Aufbau des Bestandes).

Für $N = 30$, $T = 10$ Jahre und $a = 0{,}5$ sind in Spalte 3 die Werte für S_h/m_o angegeben. Die Zahlen der Spalte 4 wurden nach der Beziehung

$$\bar{M}_h/m_o = w\,(h)\,S_h/m_o$$

bestimmt; dieselben sind schon bis auf die Maßstabskonstante m_0 die einzelnen Ordinaten der Abfallinie. Für die Darstellung in Abb. 4 wurden diese Werte noch zwecks Abstimmung des Koordinatenmaßstabes mit der Konstanten $\sum_{(h)} \bar{M}_h/m_o = 120{,}6$ dividiert (Spalte 5 der Zahlentafel 1). Abb. 4 läßt sofort erkennen, daß die zu erwartende Abfallinie eine ganz andere Form als die Altersverteilung annimmt.



a errechnete Abfallinie
b angenommene Altersverteilung

Abb. 4. Beispiel.

Spalte 6 der Zahlentafel 1 dient zur Berechnung des Mittelwertes nach der Abfallinie (h_m). Es ist:

$$h_m = \frac{\text{Summe von Spalte 6}}{\text{Summe von Spalte 4}} = \frac{1046}{120{,}6} = 8{,}7 \text{ Jahre,}$$

während der Mittelwert der Altersverteilung und damit die tatsächliche mittlere Gebrauchsdauer voraussetzungsgemäß 10 Jahre ist.

Setzt man für den zeitlichen Aufbau des Bestandes $a = 0$, $T \geq 20$ und $N \geq 40$, so ergibt eine Berechnung der Abfallinie Übereinstimmung der Kurvenformen und der Mittelwerte der Altersverteilung und der Abfallinie.

Zusammenfassung.

Die Altersverteilung einer bestimmten Holzmastart wird als Darstellung der Ausfallshäufigkeit in Abhängigkeit von der Standdauer begrifflich bestimmt. Es wird dann auf Grund wahrscheinlichkeitstheoretischer Überlegungen gezeigt, daß die Abfallinie gegenüber der Altersverteilung, sofern die erstere im laufenden Betrieb ermittelt wird, wesentliche Unterschiede im Kurvencharakter aufweisen kann, da bei der Abfallinie der Verlauf des zeitlichen Aufbaues des Mastbestandes bestimmenden Einfluß nimmt. Dadurch ist es natürlich, daß zwischen Abfalllinien, die in verschiedenen Betrieben ermittelt werden, trotz Untersuchung gleicher Mastarten und Imprägnierverfahren, wesentliche Unterschiede auftreten. Die Abfallinie und deren Mittelwert der Standdauer hat daher keine Allgemeingültigkeit. Zum Vergleich verschiedener Holzarten oder Imprägnierverfahren ist der Mittelwert der Altersverteilung zu verwenden. Die Bestimmung der Altersverteilung durch entsprechende Gestaltung der statistischen Ermittlung oder sinngemäße Beachtung der zeitlichen Entwicklung der eingebauten Mastmengen wird gezeigt.

Die Elektrizitätswirtschaft im Lande Sachsen.

Von Direktor i. R. Wilhelm Meyer, Dresden.

621. 311. 1. 003

Übersicht. Die Stromversorgungsverhältnisse des Landes Sachsen werden geschildert.

Als ausgesprochenes Industrieland überragt die öffentliche Stromabgabe innerhalb der Landesgrenze (219 kWh je Einwohner) den Reichsdurchschnitt. Der Anteil der angeschlossenen Haushalte beträgt 89 % und steht daher mit an erster Stelle in den deutschen Stromversorgungsgebieten. Wohl in keinem deutschen Lande, Württemberg vielleicht ausgenommen, herrscht eine solche Zersplitterung in der Elektrizitätsversorgung wie in Sachsen. Zählt man doch noch heute rd. 150 selbständige Stromlieferungsunternehmungen, die überwiegend im Verband Sächsischer Elektrizitätswerke zusammengeschlossen sind. Forscht man der Ursache dieser Erscheinung nach, so kommt man zu dem Ergebnis, daß in Sachsen mit der Errichtung von Elektrizitätswerken bereits im Jahre 1891 begonnen wurde, einem Zeitpunkt also, zu dem in Deutschland erst in einigen Großstädten zaghaft an die Errichtung elektrischer Zentralen herangegangen wurde. Bedingt durch eine im Lande heimische blühende Industrie — 77 % der Erwerbstätigen werden in Industrie, Handwerk, Handel und Verkehr beschäftigt — wurde die Elektrizität schon frühzeitig als wertvolle Licht- und Kraftquelle für die vielen in Sachsen bestehenden Mittel- und Kleinbetriebe erkannt und angewandt; denn Sachsen besitzt wohl eine Anzahl großer Industriewerke, es überwiegt aber die größtenteils auf Export angewiesene Fertigwarenindustrie, so insbesondere die Textilindustrie, die sich mit der Herstellung von Teppichen und Wollwaren, Kleider- und Wäschestoffen, Wirkwaren und Spitzen befaßt. Stark vertreten sind auch die Zigaretten-, Schokoladen-, Glas-, Papier-, Musikwaren- und Spielzeugindustrie, um nur die wichtigeren zu nennen. Auch Maschinenbau und Elektroindustrie sind durch eine große Anzahl bedeutender Unternehmungen vertreten.

So entstanden in Sachsen, begünstigt durch die vielen vorhandenen Wasserkraftanlagen an den das Land durchströmenden Gebirgsflüssen allerorten frühzeitig kleine Kraftwerke, die ihren Zweck in diesem industriereichen Lande anfangs auch vollkommen erfüllten und durch die Bereitstellung des elektromotorischen Antriebes besonders das Gewerbe und die Kleinindustrie wieder wettbewerbsfähig gegenüber der Großindustrie machten.

Bei der großen Zahl der bestehenden Unternehmungen gestattet der zur Verfügung stehende Raum nur die Aufzählung der bedeutendsten:

Das Gebiet des Landes Sachsen ist energiewirtschaftlich selbständig, die vorhandenen Wasserkräfte spielen mit einer ausgebauten Maschinenleistung von 17 500 kW ebenso wie die Verbrennungskraftmaschinen nur eine untergeordnete Rolle gegenüber einer Maschinenleistung von 700 000 kW, die für die Stromerzeugung aus Kohle verfügbar ist. Neben einigen Steinkohlenvorkommen in der Nähe Dresdens und bei Zwickau verfügt Sachsen über ausgedehnte Braunkohlenreviere im Osten bei Zittau-Hirschfelde und im Nordwesten bei Leipzig-Böhlen.

Der Schwerpunkt der Elektrizitätserzeugung liegt in den Händen der Aktiengesellschaft Sächsische Werke (ASW), der vom Freistaat Sachsen zur Erfüllung ihrer Aufgaben als Landesenergieversorgung die staatlichen Kohlenfelder zur Verfügung gestellt wurden, und die in Böhlen und Hirschfelde zwei neuzeitlich eingerichtete Großkraftwerke betreibt.

Als Ausgleichsmittel und zur besseren Ausnutzung der verfügbaren Nachtstromerzeugung errichtete die ASW gemeinsam mit der Stadt Dresden das Pumpspeicherwerk Niederwartha bei Dresden, das für eine Leistungsfähigkeit von 70 000 kW ausgebaut ist.

Außer den eigenen Kraftwerken der Städte Dresden, Leipzig und Chemnitz sind noch die Landkraftwerke Kulkwitz und der EV. Gröba, der in Plessa an der preußisch-sächsischen Grenze ein neuzeitlich eingerichtetes Kraftwerk besitzt, als Großerzeuger anzusehen.

Zahlentafel 1.

Name	Sitz	Besitz
1. Aktiengesellschaft Sächsische Werke (ASW)	Dresden	staatlich
2. Städtisches Elektrizitätswerk	Bautzen	Stadt Bautzen
3. Elektrizitätswerk der Stadt Chemnitz	Chemnitz	Stadt Chemnitz
4. Dresdner Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerke A.G.	Dresden	Stadt Dresden
5. Elektra A.G.	Dresden	ASW, Thür. Gas, Sächs. Elektr.- u. Straßenbahn Plauen und verschiedene Elt-Unternehmungen
6. Elektrizitätsverband Gröba (Zweckverband) .	Radebeul-Dresden	Gemeinden
7. Energie A.G. Leipzig .	Markkleeberg	Thür. Gas-Ges., Elt-Verband Nordwestsachsen, Landkraftwerke Leipzig
8. Energie- und Verkehrs-A.G. Westsachsen	Zwickau	ASW und Stadt Zwickau
9. Energie-Versorgung Groß-Dresden A.G.	Dresden	Drewag u. ASW.
10. GroßröhrsdorferElektrizitätswerke G.m.b.H.	Großröhrsdorf	Elektra A.G., Stadt Großröhrsdorf u. Nachbargemeinden
11. Kraftwerke Freital A.G.	Freital	ASW. und Elt-Verband Plauenscher Grund
12. Landkraftwerke Leipzig A.G. in Kulkwitz	Leipzig	Elektra A.G., Prov.-Verb. Provinz Sachsen, Elektrowerke, EW Sachsen-Anh., Landelektrizität G.m.b.H. Halle, Dessauer Gas-Konzern, Komm.-Verb. Merseburg u. Querfurt
13. Städtisches Elektrizitätswerk	Leipzig	Stadt Leipzig
14. Elektrizitätswerk und Straßenbahn der Stadt Meißen	Meißen	Stadt Meißen verpachtet an EV. Gröba
15. Städtisches Elektrizitätswerk	Plauen	Stadt Plauen
16. Städtisches Elektrizitätswerk	Reichenbach	Stadt Reichenbach
17. Sächsische Elektr.-Lieferungs-Ges. A.G.	Siegmar	Elektra A.G. und ASW.
18. Überlandkraftwerke Pulsnitz A.G.	Pulsnitz	Stadt Pulsnitz, Gemeinden und Private
19. Überlandwerk Glauchau A.G.	Glauchau	ASW., Energie AG. Stadt Glauchau
20. Städtisches Elektrizitätswerk	Zittau	Stadt Zittau
21. Zweckverband EW Niederlößnitz	Radebaul-Dresden	Radebeul, Niederlößnitz, Moritzburg, Coswig.

In der Zahlentafel 2 sind die bemerkenswertesten Unternehmungen mit Angaben über installierte Maschinenleistung und Höchstleistung im Jahre 1933 zusammengestellt.

Zahlentafel 2 (für das Jahr 1933).

Name	Install. Maschinenleistg.			Höchstleistung kW
	Dampf kW	Wasser kW	Diesel kW	
AG. Sächsische Werke . .	366 300	8 546	—	223 500
Pumpspeicherwerk	—	70 000	—	54 000
Chemnitz	74 300	—	—	29 000
Dresden	30 000	—	—	17 500
Erzg. Steink. V. Zwickau . .	8 800	—	—	8 800
EV. Gröba	36 000	—	4 500	24 400
EW Großröhrsdorf	2 000	—	—	1 160
Kraftwerke Freital	13 000	4 368	—	1 980
Landkraftwerke Kulkwitz .	30 000	—	—	21 700
EW Leipzig	64 500	—	—	35 000
EW Meißen	4 600	16	—	—
EW Plauen.	4 810	—	—	—
EW Reichenbach	11 620	—	—	6 300
Revier-EW Freiberg	—	3 180	—	2 500
S.E.L.G. Siegmar	32 250	—	—	3 900
ÜKW Pulsnitz	7 920	—	—	3 300
ÜW Glauchau	3 700	1 390	180	960
EW Zittau	4 000	—	—	—
EW Niederlößnitz	2 500	—	—	580
Verschiedene	3 700	—	500	—
	700 000	87 500	5 180	434 580

Eigenerzeugung und Bezug sind unter dem Gesichtspunkte höchster Wirtschaftlichkeit unter Vermeidung jeglicher Kapitalfehlleitung in Sachsen in gemeinsamer Arbeit sämtlicher Unternehmungen unter Führung der Landes-



energieversorgung und unter Ausnutzung der von dieser planmäßig ausgebauten Hochspannungsnetze geregelt. Es ist somit auch ein Höchstmaß von Betriebsicherheit durch die Einordnung der Landesstromversorgung in den Rahmen der gesamten deutschen Elektrizitätswirtschaft erreicht worden. Der Energieaustausch dehnt sich auch über die Landesgrenzen hinaus in das Gebiet der benachbarten Tschechoslowakei aus, wie aus den Angaben der Zahlentafel 3 über Stromversorgung des Landes aus öffentlichen Werken in den Jahren 1930 bis 1933 zu ersehen ist.

Zahlentafel 3. Stromversorgung Sachsens aus öffentlichen Werken.

	1930	1931	1932	1933
	in 1000 kWh			
Stromerzeugung insgesamt	1 499 543	1 450 201	1 405 054	1 492 809
davon:				
Gleichstrom	9 711	8 722	6 987	6 861
Ein- und Mehrphasenstrom	1 489 832	1 441 479	1 398 067	1 485 948
Strombezug insgesamt	188 505	148 933	138 144	147 647
davon:				
ASW aus anderen Reichsgebieten	109 964	55 721	52 936	65 765
EV Gröba aus anderen Reichsgebieten	20 668	47 581	41 310	38 408
Landkraftw. Kulkwitz aus anderen Reichsgebieten	16 880	17 570	16 580	16 338
EW Leipzig aus anderen Reichsgebieten	40 387	27 514	26 829	26 673
EW Oberwiesenthal aus der Tschechoslowakei	604	545	488	460
EW Bad Brambach aus der Tschechoslowakei	1	1	1	1
EW Bad Elster aus der Tschechoslowakei	1	1	—	2
Stromerzeugung und Bezug zusammen	1 688 048	1 599 134	1 543 198	1 640 456
Stromabgabe insgesamt	1 265 048	1 216 499	1 174 426	1 255 378
a) innerhalb der Landesgrenze	1 163 228	1 122 584	1 072 086	1 138 775
b) über die Landesgrenze	101 820	93 915	102 340	116 603
davon:				
1. Abgabe durch die ASW insgesamt	79 452	73 288	82 340	95 560
darunter an andere Reichsgebiete	61 464	56 628	67 146	82 991
an die Tschechoslowakei	17 988	16 660	15 194	12 570
2. Abgabe durch die Landkraftwerke AG. Leipzig in Kulkwitz	[1])21 768	[1])20 078	[1])19 481	[1])20 323
3. Abgabe durch die EW. Löbau, Glauchau, Crimmitschau und Plauen	600	550	519	720

[1]) Mittelbare und unmittelbare Abgabe.

Das Land Sachsen umfaßt eine Fläche von rd. 150 000 km² mit fast 5,2 Mill Einwohnern.

Die Hochspannungsnetze weisen, unterteilt nach Freileitung und Kabel sowie nach der Höhe der Betriebsspannungen, folgende Strecken- und Leitungslängen auf:

Zahlentafel 4.

Eigentum	Betriebsspannung kV	Streckenlänge km	Leitungslänge km
	1. Freileitungen		
ASW	100	695	1345
Lauchhammer	100	50	100
EV. Gröba	60	—	332
Energie AG.	60	—	110
ASW	40	242	261
ASW	30	295	446
S.E.L.G.	20	180	200
ASW	20	283	323
	2. Kabel		
ASW	30	14	28
ASW	20	112	147
S.E.L.G.	20	—	5

Der Ausbau der Stromversorgungsanlagen kann in Sachsen in der Hauptsache als abgeschlossen angesehen werden. In den kommenden Jahren wird die Haupttätigkeit sich auf den weiteren Ausbau der Verteilungsnetze, die Vereinheitlichung der Spannung und auf die Förderung des Stromabsatzes erstrecken.

Durch straffen Aufbau der Werbetätigkeit unter Führung des Verbandes Sächsischer Elektrizitätswerke werden dank der verständnisvollen Mitarbeit des heimischen Installateurgewerbes sehr beachtliche Erfolge erzielt, insbesondere auf dem Gebiete der Wärmeverwertung in Haushalt, Gewerbe und Industrie. Einen besonders starken Erfolg brachte im Jahre 1933 eine Sonderwerbung für Herde, bei der es gelang, in nur acht Wochen über 10 000 Haushaltherde neu anzuschließen.

Auch auf dem Gebiete der Elektrowärmeverwertung in Gewerbe und Industrie wurden in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Elektrowärme der Bergakademie Freiberg beachtliche Erfolge erzielt.

Ein reiches Betätigungsfeld liegt noch in den Maßnahmen zur Vereinheitlichung der Abgabespannung an die Abnehmer und in der Angleichung der Tarifformen. Der in Sachsen besonders stark ausgeprägte Gemeinschaftssinn der Unternehmungen wird auch hier Mittel und Wege finden, um diese Arbeiten im Laufe der Zeit zum erfolgreichen Abschluß zu bringen.

Zusammenfassung.

Die vorstehenden Ausführungen enthalten Zusammenstellungen über die Entwicklung und Gliederung der sächsischen Stromversorgungsbetriebe und der Stromerzeugungsstätten. Insbesondere wurde darauf hingewiesen, daß Sachsen infolge günstig gelegener, ausreichender Kohlevorkommen in der Lage ist, seinen Strombedarf im eigenen Lande zu erzeugen und darüber hinaus noch größere Mengen auszuführen.

Energiewirtschaft.

621. 311. 21 (44) **Staudamm und Kraftwerk Sautet.** — Der erste Abschnitt eines Großprojektes in den französischen Hochalpen.

Die Ausführung der großen Wasserkraftprojekte Frankreichs war meist von starkem Interesse der Öffentlichkeit begleitet. Die Bauten im Massiv Central, Brommat und Sarrans, auch das Rheinkraftwerk Kembs wurden eingehend in der Fach- und Tagespresse behandelt. In größerer Stille vollzieht sich jetzt der Ausbau der großen Wasserkräfte, die Frankreich am Oberlauf des Drac (Départements Isère und Hochalpen) besitzt. Der Drac, der bei Grenoble in die Isère mündet, ist bis vor kurzem fast gar nicht ausgenutzt worden, während an den Nachbarflüssen Romanche und Arc eine dichte Kette bedeutender Kraftwerke liegt.

Die zur Ausnutzung der Wasserkräfte des Drac gebildete Gesellschaft „Forces Motrices Bonne et Drac" hat in der letzten Zeit ihre Projekte stark vorwärts getrieben. Im Aufsichtsrat der Gesellschaft sitzen die bekanntesten Männer der französischen Elektrizitätswirtschaft. Präsident ist Louis Marlio, der Ehrenpräsident der Chambre Syndicale des Forces Hydrauliques. Das finanzielle Rückgrat für die Ausführung der Projekte ist stark: Hinter der Bonne et Drac steht die bislang in aller Stille, aber mit großen Mitteln arbeitende Union pour l'Industrie et l'Électricité („Unie"), und das größte elektrochemische Unternehmen Frankreichs, die Compagnie de Produits Chimiques et Électrométallurgiques Alais, Froges et Camargue. Es ist also anzunehmen, daß die Projekte ausgeführt werden, trotz der schweren Absatzkrise für Strom, unter der Frankreich schon seit einiger Zeit leidet.

Die Bonne et Drac hat einen Plan für den Ausbau folgender Werke am Drac aufgestellt:

Sautet	80 000 PS
Cordéac	70 000 „
Saint Pierre	105 000 „
Cognet-St. Jean-d'Hérans	90 000 „
Marcieu	52 000 „

Das sind also insgesamt fast 400 000 PS installierter Leistung, die jährlich über 800 Mill kWh liefern können.



André Robert, der Chefingenieur der „Forces Motrices Bonne et Drac“ hat Ende vorigen Jahres einen Vortrag[1]) über die erste Etappe gehalten, die inzwischen vollendet wurde: Das Speicherbecken und Kraftwerk Sautet. Dieses Werk ist das höchstgelegene der projektierten Stationen. Das große Staubecken ist daher nicht nur ein ausgezeichneter Regulator für Sautet selbst, sondern auch für die anderen, tiefer liegenden Werke. Der Inhalt des Beckens beträgt 130 Mill cbm, von denen 100 Mill cbm bei einer Reguliertiefe von 40 m (93—53 m) nutzbar sind. Dieses Reservoir ist eines der größten in Frankreich. Nur noch die Becken von Chavanon (Dordogne) und Castillon (Verdon-Durance), sowie Sarrans (Staudamm, Massiv Central) fassen mehr. Dafür sind die Fallhöhen dieser Becken z. T. geringer. Bezogen auf die angegebenen Projekte, entspricht die potentielle Energie des Reservoirs Sautet einer Arbeit von 110 Mill kWh.

Die natürlichen Verhältnisse sind besonders günstig: Le Sautet ist ein Cañon (Felsenschlucht) von 200 m Tiefe. Das alte Gletscherbett ist durch den Fluß von allem Geröll befreit und noch weiter ausgewaschen, so daß der Baugrund zuverlässig ist. Der Wasseranfall ist so, daß zwei Maxima (Mai durch Schneeschmelze und Oktober/November durch Niederschläge) auftreten. Diese Wasserverhältnisse sollen anders sein als die mancher anderer Werke in den französischen Hochalpen, z. B. des neuen Großkraftwerkes Bissorte am oberen Arc nahe der italienischen Grenze. Ein gewisser Energieausgleich ist also über die Speichermöglichkeit hinaus natürlich bedingt.

Das Kraftwerk Sautet liegt halb unterirdisch, halb im Freien, ist also in den Cañon hineingebaut. Zwei Fahrstühle führen den 130 m tiefen Schacht hinunter. 6 Generatoren von je 13 250 kVA sind aufgestellt, die Gesamtleistung ist also 79 500 kVA. Jeder Generator wird von zwei symmetrisch angeordneten, vertikal liegenden Francis-Turbinen getrieben. Drei Transformatoren von je 26 500 kVA formen von 10,5 auf 150 kV um. Die 150 kV-Leitung von Sautet über Saint Pierre und Champagnier nach Grenoble ist ebenfalls beendet. Von dort aus kann der Strom über das Kraftkreuz Henri-Paul nach Paris geleitet werden. Sautet wird jährlich 175 Mill kWh liefern können.

Die Umleitungs- und Fundamentarbeiten für das nächste Drac-Werk Saint Pierre (105 000 PS) gehen dem Ende zu. Auch hier wird noch ein Staudamm errichtet. Mit dem Bau des eigentlichen Kraftwerks will man jedoch noch warten, bis entsprechender Strombedarf einsetzt. *Cls.*

621. 311. 1. 003. (415) **Energieversorgung Irlands (Shannon-Anlage).** — Der Jahresbericht 1934/35 des Electricity Supply Board (E.S.B.) der Irischen Regierung zeigt, daß dieses großzügige Werk im letzten Jahre erhebliche Fortschritte in der Aufschließung des Freistaates in bezug auf Verwendung elektrischer Arbeit gemacht hat. Die Zahl der nutzbar abgegebenen kWh erhöhte sich um rd. 18 Mill auf rd. 157 Mill kWh, was einer Mehrleistung von rd. 13 % entspricht. Die Zahl der Abnehmer stieg von 92 000 auf 103 000, die Einnahme betrug nicht weniger als 15,6 Mill. RM[2]), was eine Erhöhung der Vorjahrseinnahmen um rd. 9 % bedeutete. Der E.S.B. war bei diesen günstigen Ergebnissen in der Lage, dem Finanzministerium volle 5 % auf das in diesem nationalen Elektrizitätsunternehmen investierte Kapital, das sich auf rd. 124 Mill. RM beläuft, als Zinsen zu zahlen und konnte weitere 2 % auf den Reservefonds überweisen. Von dem Hochspannungsnetz des E.S.B. werden z. Z. 210 Städte und Distrikte versorgt. Es ist bemerkenswert, daß in dem an sich industriearmen Freistaat infolge der rührigen Tätigkeit des E.S.B. bereits rd. 60 000 PS in Industrieanlagen installiert sind. Es ist der Geschäftsleitung gelungen, alle neuen Industrien, die während des letzten Betriebsjahres eingerichtet wurden, an das Leitungsnetz des E.S.B. anzuschließen, darunter auch Weizen- und Maismühlen. Die Verwendung von elektrischer Arbeit für Koch- und Heizzwecke hat ebenfalls außerordentlich zugenommen. Die Leistungsfähigkeit der Zentrale Ardnacrusha beträgt zur Zeit 88 000 kW, diejenige der Dampfzentrale Pigeon House 31 000 kW. Zur Zeit wird ein neuer Turbosatz von 23 000 kW in Betrieb gesetzt. *Wm.*

[1]) Bull. de la Soc. Franç. des Electriciens Nr. 52 (1935) S. 391/412.
[2]) 1 RM = 0,62 sh.

621. 311. 1. 003. (438) **Aus der polnischen Elektrizitätswirtschaft — Jahresabschlüsse 1934.** — „Elektrizitätswerk Kielce“ AG., Kielce: Verlust 0,09 Mill RM (Verluste aus den Vorjahren: 0,06 Mill), Aktienkapital 0,02 Mill RM (am 29. März d. J. beschloß die Generalversammlung eine Kapitalerhöhung auf 0,96 Mill RM), Bilanzsumme 4,54 Mill RM. — „Elektrizitätsgesellschaft des Czenstochauer Bezirks“ AG., Czenstochau: Verlust 0,29 Mill RM, Kapital 0,96 Mill (am 29. März d. J. beschloß die Generalversammlung eine Kapitalerhöhung auf 2,4 Mill RM), Bilanzsumme 7,80 Mill RM. — „Elektrizitätswerk in Czenstochau“ G. m. b. H.: Verlust 0,07 Mill. Kapital 0,3 Mill, Bilanzsumme 2,33 Mill RM. — „Bialystoker Elektrizitäts-Gesellschaft“ AG., Bialystok: Gewinn 0,27 Mill, Aktienkapital 4,69 Mill RM, Bilanzsumme 10,05 Mill RM. — „Radomer Elektrizitäts-Gesellschaft“ AG., Radom: Gewinn 0,05 Mill RM, Aktienkapital 0.86 Mill RM, Bilanzsumme 4,02 Mill RM. — „Vereinigte Ueberlandzentralen des Radom-Kielcer Bezirks“ AG., Kielce: Gewinn 4243 RM, Aktienkapital 2,45 Mill RM, Bilanzsumme 4,95 Mill RM. — „Lodzer Elektrizitäts-Gesellschaft“ AG., Lodz: Gewinn 1,72 Mill RM, Aktienkapital 28,8 Mill RM, Bilanzsumme 59,6 Mill RM (1 RM = 2,08 Zloty). *Dr. P.*

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Verbreitung von Elektrowärmegeräten in Deutschland. — Die von der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung durchgeführten Erhebungen umfassen zwar nicht alle Geräte, da ein Teil, namentlich Kühlschränke, ohne Wissen der Elektrizitätswerke angeschlossen wird. Immerhin geben die vorliegenden Unterlagen einen ausreichenden Überblick über die Verbreitung der Elektrowärmegeräte in Deutschland. Danach sind im Jahre 1934 (Zahlentafel 1) wieder erhebliche Fortschritte erzielt worden. Vor allem hat die Zahl der elektrischen Haushaltküchen gegenüber 1933 um 51,4 % zugenommen, wobei der Zuwachs von Herden um 84,5 % besonders hervortritt. Bemerkenswert ist die Feststellung, daß von je 100 elektrisch kochenden Familien 37 % Angestellte und Beamte und 34 % Werktätige sind. Eine Zunahme um 41,6 % zeigen die Heißwasserspeicher, wobei im vergangenen Jahr die Kleinspeicher bevorzugt wurden. Gegenüber diesen beiden Gerätegruppen zeigen die elektrischen Großküchen und elektrischen Backöfen zwar eine etwas geringere Zunahme, es muß aber berücksichtigt werden, daß Backöfen und Großküchen mit Ausnahme von Neuerstellungen meist nur dann eingerichtet werden, wenn die bisher verwendeten Kohleöfen nicht mehr brauchbar sind.

Zahlentafel 1. Verbreitung von Elektrowärmegeräten[1]).

Art der Geräte	Anzahl am Jahresende			Mittlerer Anschlußwert je Gerät 1934 kW
	1929	1933	1934	
Elektr. Haushaltküchen	**27 471**	**153 235**	**232 030**	**3,4**
davon:				
Vollherde	7 748	92 932	142 095	4,3
Tischherde	8 250	33 680	62 108	2,5
Haubenkochgeräte	11 473	26 623	27 827	1,0
Elektr. Großküchen[2])	**270**	**590**	**815**	**51[3])**
davon in:				
Kasinobetrieben	47	123	168	51[3])
Gaststätten	94	187	236	37[3])
Heilstätten	46	136	189	50[3])
Verschiedenen Betrieben	83	144	207	63[3])
Ohne Angabe			15	
Elektr. Backöfen	**325**	**756**	**919**	**18,3**
davon in:				
Bäckereien	122	246	352	—
Konditoreien	116	247	291	—
Verschiedenen Betrieben	87	263	276	—
Heißwasserspeicher	**20 469**	**60 364**	**85 476**	**0,98**

[1]) S. a. „Elektrizitätswirtschaft 1935“, Nr. 19, S. 397 ff.
[2]) Ab 1933 nur Küchen mit mehr als 15 kW Anschlußwert.
[3]) Anschlußwert je neue Küche.

Beschäftigung der deutschen Elektroindustrie im zweiten Vierteljahr 1935 (Zahlentafel 2). — Nach Überwindung der jahreszeitlichen Abschwächung während des

ersten Vierteljahres [s. a. ETZ Bd. 56 (1935) H. 24, S. 688] hat sich die Zahl der in der Elektroindustrie beschäftigten Arbeiter und Angestellten weiterhin erhöht, sie entspricht nunmehr dem im Herbst 1934 erreichten Höchststand. Gegenüber dem zweiten Vierteljahr 1934 zeigen alle Beschäftigungsangaben eine Zunahme. Durch das weitere Ansteigen der täglich je Arbeiter geleisteten Arbeitszeit hat sich das Arbeitsvolumen innerhalb der Elektroindustrie noch über die Vermehrung der Kopfzahl hinaus vergrößert!

Zahlentafel 2. Beschäftigung[1]) der deutschen Elektroindustrie im 2. Vierteljahr 1935.

Monat	Zahl der beschäftigten Arbeiter in % der Arbeiterplatzkapazität		Zahl der beschäftigten Angestellten in % der Angestelltenplatzkapazität		Zahl d. geleisteten Arbeiterstunden in % der Arbeiterstundenkapazität		Durchschnittliche tägliche Arbeitszeit je Arbeiter h	
	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935
1. V. J.[2])	55,5	67,9	62,5	75,6	49,3	63,4	7,08	7,47
IV	58,2	68,6	64,8	77,6	53,0	62,7	7,27	7,30
V	60,3	69,4	67,0	78,7	54,9	66,9	7,30	7,71
VI	62,4	70,3	68,1	79,6	56,8	63,5	7,30	7,16
2. V. J.	**60,3**	**69,4**	**66,6**	**78,6**	**54,9**	**64,4**	**7,29**	**7,39**
1. H. J.	57,9	68,6	64,6	77,1	52,1	63,9	7,18	7,43

[1]) Nach der Industrieberichterstattung des Statistischen Reichsamtes.
[2]) S. a. ETZ 56 (1935) H. 24, S. 688.

Französischer Elektro-Außenhandel 1934. — Die französische Elektroeinfuhr betrug im Jahre 1934 60,8 Mill RM, das sind 10 Mill RM oder 8,6 % weniger als im Jahre 1933. Von den in Zahlentafel 3 dargestellten Waren-

Zahlentafel 3. Französische Elektroeinfuhr nach Warengruppen.

Gegenstand	1933		1934		Anteil a. d. französisch. Elektro-Einfuhr	
	dz	1000RM	dz	1000RM	1933 %	1934 %
Elektrische Maschinen und Teile davon	43 820	12 611	32 046	9 963	17,9	16,4
Kabel u. isol. Drähte	55 441	7 447	27 078	3 345	10,5	5,6
Schalt- u. Sicherheitsapparate	15 264	9 166	14 343	8 411	13,0	13,9
Telegraphie u. Telephonie mit Draht u. Teile davon	1 044	1 243	671	739	1,8	1,3
Drahtlose Telegraphie und Telephonie	19 566	11 410	22 215	11 696	16,1	19,2
Radioröhren	2 812	7 554	2 501	6 102	10,7	10,0
Glühlampen	1 450	3 153	1 299	2 403	4,4	4,0
Wärmegeräte, Staubsauger u. a. Haushaltgeräte, Elektrowerkzeuge	6 451	3 082	19 112	5 121	4,3	8,4
Zündapparate u Teile davon, Zündkerzen	3 286	2 942	3 750	3 183	4,3	5,2
Sonstige		12 087		9 860	17,0	16,0
Insgesamt		70 695		60 823	100	100

Zahlentafel 4. Französische Elektroeinfuhr aus wichtigen Ländern.

Herkunftsländer[1])	1932 1000RM	1933 1000RM	1934 1000RM	Anteil a. d. Ges.-El.-Einfuhr 1932 %	1933 %	1934 %
Deutschland	30 343	27 413	21 530	39,6	38,8	35,4
V. St. Amerika	11 562	11 111	12 488	15,1	15,7	20,5
Niederlande	14 920	11 615	10 164	19,5	16,4	16,7
Schweiz	5 561	5 782	5 440	7,3	8,2	9,0
Großbritannien	6 372	4 535	4 091	8,3	6,4	6,7
Belgien-Luxemburg	2 979	1 426	1 144	3,9	2,0	1,9
Schweden	877	979	1 103	1,2	1,4	1,8
Österreich	969	756	859	1,4	1,1	1,4
Sonstige Länder	2 946	7 078	4 004	3,7	10,0	6,6
Insgesamt	76 529	70 695	60 823	100	100	100

[1]) geordnet nach der Größe von 1934.

gruppen haben die meisten an dieser Einfuhrbeschränkung teilgenommen, eine Ausnahme machen die Gruppen Telegraphie und Telephonie ohne Draht, Staubsauger, Haushaltmaschinen und -werkzeuge sowie Zündapparate und Zündkerzen, in denen die Einfuhr z. T. erheblich zugenommen hat. Unter den Lieferländern Frankreichs für elektrotechnische Erzeugnisse (Zahlentafel 4) steht Deutschland nach wie vor an erster Stelle, wenn auch der Einfuhrwert von 1933 infolge des Rückgangs vor allem der Maschineneinfuhr um mehr als 20 % unterschritten wurde. Deutschlands Anteil an der Gesamtelektroeinfuhr Frankreichs fiel demzufolge von 38,8 auf 35,4 %. Die V. S. Amerika dagegen, die an zweiter Stelle stehen, konnten ihre Einfuhr nach Frankreich — hauptsächlich infolge der starken Zunahme der Haushaltgeräteeinfuhr — wertmäßig um 1,3 Mill RM steigern und ihren Anteil an der französischen Gesamteinfuhr von 15,7 % auf 20,5 % verbessern. Die Niederlande, Schweiz und Großbritannien haben ihren prozentualen Anteil an der Gesamteinfuhr ebenfalls verbessert, doch sind die Einfuhren aus diesen Ländern 1934 hinter den Werten von 1933 zurückgeblieben.

Zahlentafel 5. Französische Elektroausfuhr nach Warengruppen.

Gegenstand	1933		1934		Anteil a. d. Gesamt-Elektro-Ausfuhr	
	dz	1000RM	dz	1000RM	%	%
Elektr. Maschinen u. Teile davon	38 543	8 745	44 081	8 561	22,4	23,3
Akkumulatoren u. Elemente	23 014	2 961	18 125	2 294	7,6	6,3
Kabel und isolierte Drähte	45 727	4 619	38 092	3 520	11,8	9,6
Schalt- u. Sicherheitsappar.	4 341	1 292	6 676	1 778	3,3	4,8
Telegraphie und Telephonie mit Draht u. Teile davon	2 650	2 076	3 057	2 148	5,3	5,9
Drahtlose Telegraphie und Telephonie	4 760	3 804	5 156	3 584	9,7	9,8
Radioröhren	1 048	1 291	828	1 481	3,3	4,0
Glühlampen	3 187	1 675	2 335	1 357	4,3	3,8
Wärmegeräte, Staubsauger u. a. Haushaltgerät, Elektrowerkzeuge	4 916	1 592	6 529	1 972	4,0	5,4
Kohle für die Elektrotechnik	28 299	3 063	35 323	3 339	7,8	9,1
Sonstige		8 012		6 636	20,5	18,0
Insgesamt		39 130		36 670	100	100

Zahlentafel 6. Französische Elektroausfuhr nach wichtigen Ländern.

Absatzländer	1932 1000RM	1933 1000RM	1934 1000RM	Anteil a. d. französischen Gesamt-Elektro-Ausfuhr 1932 %	1933 %	1934 %
Französ. Kolonialgebiet	23 335	23 011	20 304	51,6	58,8	55,4
Fremde Länder	21 986	16 119	16 366	48,4	41,2	44,6
	45 321	39 130	36 670	100	100	100
Französ. Ausfuhr nach wichtigen fremden Ländern in Europa[1])						
Belgien-Luxemburg	5 224	3 808	3 792	11,5	9,7	10,3
Großbritannien	2 794	2 135	2 398	6,2	5,5	6,6
Deutschland	1 340	1 240	2 159	3,0	3,2	5,9
Spanien	1 727	1 385	1 101	3,8	3,6	3,0
Schweiz	1 380	1 089	987	3,0	2,8	2,7
Niederlande	1 155	961	874	2,5	2,5	2,4
Italien	873	672	836	1,9	1,7	2,3
Rumänien	245	165	326	0,5	0,4	0,9
Jugoslawien	138	47	190	0,3	0,1	0,5
Dänemark	89	205	186	0,2	0,5	0,5
Portugal	230	289	166	0,5	0,7	0,5
Schweden	157	167	148	0,4	0,4	0,4
Tschechoslowakei	293	172	146	0,7	0,5	0,4
U. d. SSR.	22	167	122	0,0	0,4	0,3
Polen	1 594	356	108	3,6	0,9	0,3
zus. 15 Länder	17 261	12 858	13 539	38,1	32,9	37,0
in Übersee[1])						
Ägypten	516	672	379	1,1	1,7	1,0
U.S.A.	740	491	336	1,6	1,3	0,9
Türkei	550	171	217	1,2	0,4	0,6
Argentinien	300	192	161	0,7	0,5	0,4
Brasilien	103	88	118	0,2	0,2	0,3
China	219	349	116	0,5	0,9	0,3
zus. 6 Länder	2 428	1 963	1 327	5,3	5,0	3,5

[1]) Geordnet nach der Größe von 1934.

Die französische Elektroausfuhr (Zahlentafeln 5 und 6) betrug im Jahre 1934 36,7 Mill RM, von denen über die Hälfte in das französische Kolonialreich ausgeführt wurde. Der Rest wurde zu über 80 % in Europa abgesetzt. Hauptabsatzgebiete waren dabei Belgien, Großbritannien, Deutschland und Spanien.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Düsseldorf. 21. 9. (Sa), 14 h 30 m: Fahrt zum Großrundfunksender Langenberg (Rhld.). Vortrag Telegr.-Insp. Wurbs: „Der Großrundfunksender Langenberg (Rhld.) nach seinem Umbau." Fahrpreis 2 RM. Anmeldungen bis 17. 9. erbeten.

VDE, Gau Nordsachsen, Leipzig. 18. 9. (Mi), 20 h, Grassimuseum: „Moderne Tagebaugeräte, Abraumförderbrücken und Großbagger" (m. Film u. Lichtb.). Obering. P. Grode.

VDE, Gau Pommern, Stettin. 20. 9. (Fr), 20 h 15 m, Konzerthaus: „Neuzeitliche Schweißmaschinen und ihre Anwendungen." K. Kürschner.

VDE, Gau Bergisch-Land, Wuppertal-Elberfeld. 17. 9. (Di), 20 h 30 m, Trierer Hof: Schloßbleiche: Gau-Mitgliederversammlung.

Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung (WEV) und Reichsverband der Elektrizitätsversorgung (REV), Berlin. 26. bis 28. 9. (Do bis Sa): Jahrestagung in Saarbrücken mit 3 Hauptvorträgen, 6 Fachvorträgen, Film und Besichtigungen. Ausführlicher Zeitplan folgt im nächsten Heft.

Deutsche Gesellschaft für Mineralölforschung und Brennkrafttechnische Gesellschaft, Berlin. 26. bis 28. 9. (Do bis Sa): Gemeinsame wissenschaftliche Tagung in den Räumen der T. H. Berlin.

1. 26. 9., 10 h, T. H., Neuer Physikal. Hörsaal, Eing. Kurfürstenallee: Gr. öffentliche Sitzung mit 6 Vorträgen; 15 h 30 m: Fachvorträge; 20 h: Empfangsabend mit Damen in Krolls Festsälen.
2. 27. 9., 9 h 30 m und 15 h: Fachsitzungen im Saal 241 bzw. in der Aula.
3. 28. 9., 9 h 30 m: Gemeinschaftssitzung aller Abteilungen in der Aula.

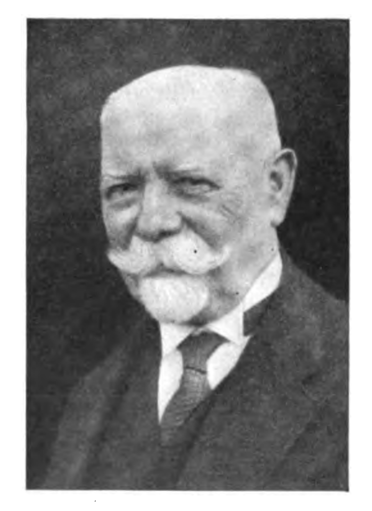
Auskunft erteilt die Deutsche Gesellschaft für Mineralölforschung, Berlin NW 7, Dorotheenstraße 40.

Auskunfts- und Zentralstelle für Leiter und Dezernenten des Feuerschutz- und Sicherheitsdienstes industrieller Unternehmen, Berlin. 23. u. 24. 9. (Mo u. Di): Tagung in Braunschweig mit wissenschaftlichen Vorträgen und Besichtigungen. Auskunft erteilt die Geschäftstelle der A.- u. Z.-Stelle (Branddir. Lucke, Berlin-Siemensstadt, Schuckertdamm 330).

PERSÖNLICHES.

H. Stotz †. — Am 3. 9. starb im 67. Lebensjahr Dir. Hugo Stotz, der Gründer der Firma Stotz & Cie. G. m. b. H. in Mannheim. Auf die Verdienste des Verstorbenen, der seit vielen Jahren als Ehrenmitglied dem Gau Kurpfalz des VDE angehörte, werden wir in einem besonderen Nachruf zurückkommen.

H. C. Jaeger. — Hans Curt gen. Heinrich Jaeger, Schalksmühle i. W., konnte am 26. 7. d. J. seinen 80. Geburtstag feiern. Als Gründer der späteren Lüdenscheider Metallwerke und der Firma Gebrüder Jaeger, Schalksmühle i. W., wird er einer großen Zahl von Fachgenossen in guter Erinnerung sein, obgleich er seit Vereinigung dieser Firmen mit F. W. Busch, AG. Lüdenscheid, im verdienten Ruhestand lebt. Herr C. Jaeger hat frühzeitig die große Bedeutung der Spezialisierung in der Herstellung elektrotechnischer Massenartikel erkannt und seine Unternehmungen folgerichtig darauf eingestellt. Hierzu gehörte auch die starke Förderung der Vorschriften des VDE und seine rege Mitarbeit in den zuständigen Kommissionen. Die ruhig feste, dabei stets freundliche Behandlung aller Fragen sowie die wertvollen Ratschläge im Interesse wirtschaftlicher Massenherstellung sind allen Beteiligten unvergeßlich. Herr C. Jaeger hat durch richtige Erkenntnisse, unermüdliche Tätigkeit und Förderung aller gemeinnützigen Bestrebungen in der elektrotechnischen Industrie wesentlich zum Erschließen eines besonders auch für den Außenhandel wichtigen Zweiges der deutschen Elektrotechnik beigetragen.



H. C. Jaeger.

LITERATUR.

Besprechungen.

Der Lichtverbrauch Europas. Von B. Seeger. Mit 13 Abb. u. 96 S. in gr. 8°. Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin 1935. Preis kart. 4 RM.

In der elektrizitätswirtschaftlichen Literatur füllt diese Veröffentlichung eine große Lücke. Denn obgleich die ganze Elektrizitätsversorgung ihren Ausgang von der Einführung der elektrischen Beleuchtung genommen hat und diese die am weitesten verbreitete Anwendungsform elektrischer Energie ist, fehlte es an einer auf statistischem Zahlenmaterial beruhenden, zusammenhängenden Übersicht über den Lichtverbrauch und die zu seiner Wertung wichtigen Faktoren. Der Verfasser beantwortet in seiner Arbeit für den größten Teil Europas die Frage nach der Zahl der heutigen Lichtverbraucher und untersucht den heutigen Stromverbrauch für Beleuchtung sowohl hinsichtlich des Anteils am Gesamtstromverbrauch (im Mittel 20 bis 30 %) für verschiedene Länder als auch für verschiedene Gattungen von Elektrizitätswerken. Da häufig zu der Kundenkategorie „Lichtverbraucher" nur die Kleinabnehmer gezählt werden, während alle Abnehmer Lichtverbraucher sind, wäre der Ausbau der vom Verfasser begonnenen Arbeit zu begrüßen, auch für die anderen Gruppen mittlerer und großer Lichtverbraucher (Nieder- und Hochspannungsabnehmer) das Zahlenmaterial zu sammeln und auszuwerten, um die große Bedeutung des Beleuchtungs-Stromverbrauchs klarzustellen. Die von B. Seeger angeführten Beispiele über die Größe des Stromverbrauchs für Beleuchtung beim einzelnen Abnehmer schwanken zwischen 60 kWh und 6 Mill kWh im Jahr.

Sehr aufschlußreiches Material enthält der 3. Hauptabschnitt „Lichtbelastung", in dem zu den Fragen 1. der Beeinflussung der Werkshöchstlast durch Beleuchtungsstromverbrauch, 2. der Lichtbelastung während der Tages- und Nachtstunden, 3. der Benutzungsdauer der Straßenbeleuchtung, 4. der Benutzungsdauer und des Belastungsfaktors der Gruppenhöchstlast und des Werkshöchstlastanteils sowie 5. der Verbesserung des Belastungsfaktors mit dem Ergebnis Stellung genommen wird, daß eine planmäßige Förderung und Entwicklung des Stromverbrauches für elektrische Beleuchtung nicht zu einer Verschlechterung, sondern zu einer Verbesserung der Belastungsverhältnisse des Elektrizitätswerkes führt und somit zu einer rentableren Gestaltung des Betriebes der Stromversorgungsunternehmen beiträgt. Die für 9 ganze Länder und für einzelne Versorgungsgebiete aus 8 Ländern gebrachten Anteile des Beleuchtungsstromverkaufes an den Gesamteinnahmen der Elektrizitätswerke zeigen die große finanzielle Bedeutung der Lichtverbraucher. Die für die letzten 10 Jahre und insbesondere auch für die Krisenzeit für viele Länder nachgewiesene außerordentliche Steigerung des Lichtverbrauchs zeigt, daß auf diesem Gebiete des Strombedarfs irgendein Sättigungspunkt vorläufig nicht erkennbar ist. Die von Seeger gegebene Vorausschau über die zukünftige Steigerung des Beleuchtungsstromverbrauches in extensiver Richtung (vor allem Außenbeleuchtung) wie intensiver Richtung (durch Verbreitung der Erkenntnis der physiologischen und wirtschaftlichen Bedeutung guter Beleuchtung) kann das besondere Interesse der in der deutschen Elektrizitätswirtschaft an verantwortlicher Stelle Tätigen beanspruchen. Jedenfalls regt der vom Verfasser erstmalig unternommene Versuch, ein Abbild des Lichtverbrauchs in Europa zu geben, zu eingehenderer Befassung mit den Problemen des Beleuchtungsstromverbrauches an, wie es anderseits den Wunsch auslöst, die Statistiken der Elektrizitätswerke mehr in der Richtung des Stromverwendungszweckes ausgebaut zu sehen. F. W. Gerhard Schmidt.

Funk-Meßtechnik für Radio-Bastler und Techniker. Von Ing. K. Nentwig. (Deutsche Radio-Bücherei Bd. 34.) 3., verb. u. erw. Aufl. Mit 147 Abb., 3 Taf. u. 167 S. in 8°. Verlag Deutsch-Literari-



sches Institut J. Schneider, Berlin-Tempelhof 1935. Preis geh. 3,20 RM, geb. 4,50 RM.

Die Bedeutung des Büchleins beruht darauf, daß dem Funkfreund das Verständnis für die Notwendigkeit eigener Messungen geweckt wird. Nach einer kurzen Einleitung über die elektrischen Maßeinheiten und allgemeinen Angaben über Messungen werden die elektrischen Meßinstrumente besprochen. Es folgen die Messungen von Spannungen und Strömen, Widerständen, Kapazitäten und an Röhren, der Wellenmesser, die Röhre als Meßinstrument, die Erzeugung von Meßwechselströmen, Untersuchung von Spulen, Antennen und Netztransformatoren, der Betrieb der Meßgeräte aus dem Lichtnetz und die Regelung der Meßspannungen. Im Anhang findet man Angaben über die Eigenschaften von Baustoffen, Röhrensockel, sehr hübsche bildliche Darstellungen von Messungen mit der Glimmlampe und einige Nomogramme, die dem Leser viele lästige Rechnungen ersparen können.

Das Buch ist für Bastler bestimmt und bietet daher dem Fachmann nur wenig. Es zeigt sehr schön, wie man mit den bescheidensten Mitteln messen und dadurch zielbewußt arbeiten kann. Zu wünschen ist für eine neue Auflage ein Hinweis auf die Gefahren beim unmittelbaren Arbeiten am Starkstromnetz, die durchgehende Verwendung der genormten Bezeichnungen in Formel, Wort und Bild (z. B. I statt J, Induktivität statt Selbstinduktion usw.). Die recht volkstümliche Sprache könnte vielfach knapper gefaßt und von überflüssigen Fremdwörtern befreit werden. K. Mühlbrett.

Automatic protection of a. c. circuits. Von G. W. Stubbings. Mit 209 Abb. i. Text, VIII u. 293 S. in 8⁰. Verlag Chapman & Hall, Ltd., London 1934. Preis geb. 15/— s.

Das Buch behandelt grundlegend und gut gegliedert die Schutzeinrichtungen für Wechselstrom- bzw. Drehstromanlagen. Der umfangreiche Stoff ist in folgende Hauptabschnitte aufgeteilt:

1. Die Strom- und Spannungswandler für Schutzzwecke,
2. Die Schaltungen der Strom- und Spannungswandler,
3. Die symmetrischen Komponenten,
4. Die Relais,
5. Die Schutzeinrichtungen für Maschinen und Transformatoren,
6. Die Schutzeinrichtungen für Kabel und Leitungen,
7. Das Prüfen und Überwachen von Schutzeinrichtungen.

Den Schluß des Buches bilden ein Schrifttumverzeichnis, das lediglich einige englische und amerikanische Veröffentlichungen berücksichtigt, und eine in sprachlicher Hinsicht wertvolle Zusammenstellung von Fachausdrücken der Relaistechnik mit Erläuterungen.

Die Darstellungsweise ist sowohl nach der theoretischen als auch praktischen Seite einfach und sehr anschaulich gehalten. Die verschiedenen Relaisarten nebst Zubehör und die vollständigen Schutzschaltungen für die einzelnen Betriebsmittel und Netzarten werden, ausgehend von dem Wesen der jeweiligen Fehlerart, klar beschrieben und ihre Vor- und Nachteile erörtert; hierbei wird häufig auf den Schutzwert der Anordnungen eingegangen. Beispiele über die vollständige Auslegung von Schutzeinrichtungen und praktische Betriebserfahrungen werden nicht mitgeteilt. Bemerkenswert sind die B. S. (British Standard) Anforderungen (requirements) an Schutzrelais; sie enthalten u. a. Vorschriften über die Einstellbereiche der Überstromrelais im Ansprechstrom und in der Zeit bzw. über die stromabhängigen Zeitkennlinien, über den zulässigen Eigenverbrauch der Relais und die Schaltleistung ihrer Kontakte. Der deutsche Brauch weicht hiervon teilweise erheblich ab und stellt an die Relais allgemein schärfere Anforderungen als in England verlangt wird.

Das Buch berücksichtigt nicht immer den neuesten Stand der Technik. Beispielsweise vermißt man unter den sonst recht ausführlich beschriebenen Differentialschutzsystemen das Quotientenrelais der AEG und den stabilisierten Differentialschutz von S u. H. Bei den Vergleichsschutzeinrichtungen sollte der Hinweis nicht fehlen, daß die Hilfsleitungen durch die zu schützenden Leitungen selbst ersetzt werden können (Steuerung mittels überlagerter Tonfrequenz). Auch die Impedanzschutzsysteme werden recht unvollständig beschrieben. Die Impedanzrelais von S u. H und der neue Distanzschutz der AEG werden überhaupt nicht erwähnt, und über die wichtige Technik der relaissparenden Schaltungen (ein- und zweisystemige Impedanzrelaisschaltungen) wird nichts mitgeteilt. Der Buchholzschutz hätte entsprechend seiner großen Bedeutung für die Praxis etwas ausführlicher beschrieben werden können. Schließlich werden die Erdschlußschutzprobleme für Maschinen und Netze reichlich kurz behandelt, was wohl auf die in England gebräuchliche starre Nullpunktserdung der Drehstromsysteme zurückzuführen ist.

Das vorliegende Buch ist als Einführung in die Technik der Schutzeinrichtungen geeignet, kann aber für die deutsche Praxis nur bedingt und für den Relaisfachmann kaum empfohlen werden. Erich Schulze.

Wärmewirtschaft. Von H. Netz. Mit 86 Abb., VI u. 94 S. in gr. 8⁰. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1935. Preis geb. 5 RM.

Der Zweck dieses Buches, die Grundlagen der Wärmewirtschaft auf kleinem Raum zu vermitteln, wird erreicht. In geschickter und folgerichtiger Weise wird das Wichtigste aus der Wärmewirtschaft vorgetragen. Wertvoll sind besonders die reichlichen Zahlenangaben, die es dem Leser gestatten, selbständig weiterzuarbeiten. Einzelne Angaben bedürfen allerdings einer Berichtigung, was aber im ganzen nicht viel ausmacht. So bezieht sich das Diagramm für den Abgasverlust auf Seite 11 nur auf Steinkohle, während es für andere Brennstoffe nicht zutrifft. Auch die Angaben über die zulässige Härte des Speisewassers dürften nicht ganz gültig sein. Im ganzen kann das Buch zur Einführung für Studierende und junge Ingenieure empfohlen werden. A. Zinzen.

Elektro- und Maschinenindustrie der U.d.S.S.R. im Jahre 1934 (Energopromyschlennost SSSR, 1934). Herausg. v. Wissenschaftl.-Techn. Verlag, Moskau, mit 94 Textabb. und 229 S. in gr. 8⁰. Preis Rbl. 4,50 (1 Rbl. = 2,16 RM).

Das Buch hat zur Aufgabe, alle technischen Errungenschaften der UdSSR-Werke auf dem Gebiete der Kraftwerk-Ausrüstungen bekanntzugeben. Die 3 Hauptteile des Buches behandeln: die Starkstromtechnik, den Kessel- bzw. Turbinenbau und den Akkumulatorenbau. An Hand von zahlreichen Zeichnungen, Tabellen und kurzen Beschreibungen von Konstruktionen wird man mit folgenden Erzeugnissen der UdSSR-Elektro- und -Maschinenindustrie bekannt: Turbogeneratoren, Transformatoren, Hochspannungsapparate, Elektromaschinenbau, elektr. Lokomotiven, Elektroöfen, Schweißmaschinen, elektr. Ausrüstungen von Automobilen und Traktoren, Relais, Steuerungen, elektr. Lampen, elektr. Geräte für den Hausbetrieb, Kesselbau nebst Kesselausrüstungen, Dampfturbinen, Wasserkraftturbinen und Akkumulatoren.

Die UdSSR-Konstruktionen unterscheiden sich zwar wenig von den europäischen und amerikanischen Mustern, aber trotzdem gewinnt man am Ende des Buches die Überzeugung, daß die Zeit der Nachahmung allmählich zu Ende geht und daß die UdSSR-Industrie eigene Wege zu gehen bestrebt ist. Th. Sauer.

Eingegangene Doktordissertationen.

Albert F. Maier, Einfluß des Spannungszustandes auf das Formänderungsvermögen der metallischen Werkstoffe. T. H. Stuttgart 1934. [Die Arbeit erschien in der Schriftenreihe: Mitt. aus der Materialprüfungsanst. an der T. H. Stuttgart als selbständ. Veröff. unter dem gleichen Titel (VDI-Verlag, Berlin)].

K. W. Meerwarth, Experimentelle und theoretische Untersuchungen am oberschlächtigen Wasserrad. T. H. Stuttgart 1935.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 6. September 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.



Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
56. Jahrgang Berlin, 19. September 1935 Heft 38

Bau und neuzeitliche Umgestaltung von Mittelspannungs-Schaltanlagen.

Von Dipl.-Ing. **Hans Russell**, Eßlingen a. N.

621. 316. 267. 027. 3

Übersicht. Der Bericht zeigt, wie man ältere Mittelspannungsanlagen mit Hilfe neuzeitlicher Apparate auf zweckmäßigste und wirtschaftlichste Weise den inzwischen gewachsenen Beanspruchungen anpassen kann. Anschließend wird an Hand praktischer Beispiele erläutert, wie man solche Aufgaben unter erschwerten Umständen löst.

Der rasche Anstieg des Strombedarfs zur Zeit der wirtschaftlichen Scheinblüte nach den Inflationsjahren stellte an die Bautätigkeit der Elektrizitätswerke außerordentlich hohe Anforderungen bezüglich der Arbeitskraft des bei den Werken und Elektrofirmen zur Verfügung stehenden Personals sowie der Aufbringung der zum Bau notwendigen Geldmittel. Die Ausdehnung vorhandener und die Entstehung neuer Industrien mit ihrem Strombedarf machte neben der ebenfalls gesteigerten Anschlußtätigkeit bei Wohnungsbauten und der rasch sich entwickelnden Elektrizitätsanwendung auf allen Gebieten des täglichen Lebens eine wachsende Erhöhung der Kraftwerksleistungen und Erweiterung der Übertragungsanlagen notwendig. Die bei den Überlandwerken meist üblichen Mittelspannungsleitungen von 10 bis 20 kV reichten in industriereichen Gegenden für die Versorgung über lange Strecken nicht mehr aus; die überlagerten Netze mit höherer Spannung mußten immer mehr verdichtet und mit neuen Speisepunkten in Form von Umspannwerken versehen werden.

Angesichts der Tatsache, daß die Vergrößerung der Kraftwerksleistung und Erweiterung der Übertragungsanlagen ein erhebliches Maß an Arbeits- und Kapitalkraft der Werke verlangte, deren Ziel darauf gerichtet sein mußte, zuerst einmal die Stromlieferung überhaupt zu ermöglichen, ist es naheliegend, daß dabei oft die von früher her vorhandenen, teils dem Elektrizitätswerk, teils den angeschlossenen Industrien gehörenden Mittel- und auch Niederspannungsanlagen zu kurz kamen. Sie waren nach den früher völlig ausreichenden Gesichtspunkten gebaut, aber den inzwischen auch noch durch die in vielen Fällen aus versorgungstechnischen Gründen erwünschte Zusammenschaltung benachbarter Werke um ein Vielfaches gesteigerten Kurzschlußbeanspruchungen nicht mehr gewachsen. Naturgemäß waren es vor allem die Leistungsschalter, welche die Abschaltung etwa auftretender Kurzschlüsse nicht mehr bewältigen konnten. Da es in diesen Jahren an leistungsfähigen Überspannungsableitern fehlte, nahmen vor allem die durch Gewitter und andere Überspannungserscheinungen eingeleiteten Störungen in den kurzschlußschwachen Anlagen nur zu oft einen derartigen Umfang an, daß außer der Zerstörung des betroffenen, noch unzulänglichen Schaltfeldes, in dem der entstandene Kurzschluß abgeschaltet werden sollte, durch Ölbrand oder Lichtbogeneinwirkung die ganze Anlage in Mitleidenschaft gezogen und für mehr oder weniger lange Zeit außer Betrieb gesetzt wurde.

Die aus Gründen der Betriebssicherheit so dringend notwendige Anpassung der aus den früheren Jahren stammenden Anlagen an die gewachsene Kurzschlußleistung war den Werken um so bitterer, als sie bei dem damaligen Stand der Schaltertechnik infolge des Platzbedarfes leistungsfähiger Ölschalter oftmals einem vollständigen Neubau gleichkam. Hierzu kam, daß die inzwischen veralteten Anlagen vielfach an sich noch gar nicht so alt waren, aus der Nachkriegszeit stammten und deshalb im Normalfall noch nicht abgeschrieben sein konnten. Noch unangenehmer wurden die Verhältnisse, als der Einnahmenrückgang in den der Scheinblüte folgenden Krisenjahren die Werke zwang, sich nur auf die unbedingt zur Aufrechterhaltung des Betriebes notwendigen Ausgaben zu beschränken. Wenn sich schon die Elektrizitätswerke im Zwange der Verhältnisse zu einer sehr langsamen Anpassung ihrer älteren Anlagen an die gewachsene Beanspruchung bequemen mußten, um so weniger fanden sich die unmittelbar von den Überlandnetzen gespeisten Industrieunternehmungen bereit, ihre elektrischen Anlagen, die ja oft recht stiefmütterlich behandelt werden und nur ein notwendiges Übel für ihren Betrieb darstellen, der gesteigerten Kurzschlußleistung anzupassen. Manches Elektrizitätswerk wurde und wird noch heute aus Kundendienstgründen gezwungen, hier zur Aufrechterhaltung der Betriebssicherheit seiner eigenen Anlagen Beiträge zu leisten.

In den Jahren, in denen sich bei den älteren Anlagen der Abstand zwischen der tatsächlich vorhandenen und der für die Anlage zulässigen Kurzschlußleistung immer mehr vergrößerte, begann bei den Elektrofirmen, die auch in den nachfolgenden Krisenjahren nicht untätig waren, die Entwicklung der Geräte, die neben der Verwendung in neuen Anlagen besonders geeignet sein sollten, zur Anpassung auch ältester

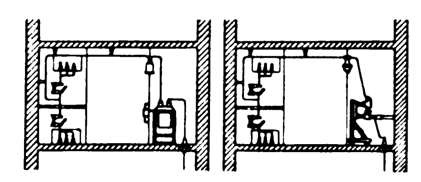


Abb. 1. Einfache Auswechslung von Ölschaltern gegen Druckluftschalter in einer alten Schaltanlage.

Anlagen an die gewachsene Kurzschlußleistung bei Aufwendung erträglicher Mittel unter Vermeidung eines vollständigen Neubaues zu dienen: Die ölfreien und ölarmen Schalter sowie auch die Hochleistungssicherungen, die in den letzten Jahren für immer größere Nennstromstärken und Abschaltleistungen entwickelt werden. Wenn auch der ölfreie Schalter — ebenso wie der öl- und massefreie Wandler — in allererster Linie aus dem Bestreben heraus entwickelt wurde, in einer Schaltanlage die Möglichkeit der Bildung explosibler Stoffe auszuscheiden und die Wahrscheinlichkeit eines Brandes in einem Störungsfall auf ein Kleinstmaß herabzusetzen, so hat man dabei wohl vor allem zunächst an seine Verwendung in neuen, in offener Bauweise zu errichtenden Anlagen gedacht. Jedenfalls hatten die ersten marktgängigen Schalter für Mittelspannungsanlagen eine Form, bei der sie erheblich mehr Platz beanspruchten als ein Ölschalter kleinerer oder mittlerer Leistung. Demgegenüber sind heute bekanntlich die ölfreien Schalter verschiedenen Ursprungs in ihren Abmessungen so zierlich geworden, daß man in einer Zelle, in der seither ein schwacher Ölschalter stand, oftmals ohne wesentliche Änderungen einen ölfreien Schalter mit einem Vielfachen an Abschaltleistung unterbringen kann. Abgesehen von der Erhöhung der Abschaltleistung kann man durch solche Schalterauswechslung alte Anlagen in offener Zellenbauweise, die noch aus einer Zeit stammen, als offene Anlagen mit Ölschaltern noch gebaut werden durften, betriebssicher machen und mit geringen Mitteln den neueren Vor-

schriften anpassen. Einen solchen Fall zeigt z. B. die Abb. 1.

Die offenen Zellen wären groß genug gewesen, anstatt des alten Ölschalters mit vielleicht 40 bis 50 MVA einen Ölschalter mit 200 MVA Abschaltleistung aufzunehmen. Aus den vorgenannten Gründen wurde jedoch ein Druckluftschalter gewählt, so daß nach Auswechslung der Stromwandler der Schaltraum keinerlei Öl oder Masse mehr enthält und dadurch an Sicherheit für Personal und Betrieb erheblich gewonnen hat.

Die anfangs geschilderten Verhältnisse trafen auch für die Neckarwerke Akt.-Ges., Eßlingen a. N., zu, die als Überlandwerk u. a. einen großen Teil des württembergischen Industriegebietes versorgt. Infolge der raschen Absatzsteigerung mußte in den Jahren nach der Inflationszeit das dem älteren 10 kV-Netz überlagerte 35 kV-System erheblich erweitert werden zum Anschluß von insgesamt neun 35/10 kV-Umspannwerken für die Speisung des 10 kV-Netzes. Bei der Anpassung der älteren 10 kV-Anlagen an die neuen Verhältnisse dagegen mußte man sich zunächst auf das Notwendigste beschränken.

Im Rahmen der Arbeitsbeschaffung wurde jedoch in den letzten Jahren außer einer ganzen Anzahl zur Erhöhung der Betriebssicherheit dienenden Arbeiten die Umgestaltung der älteren 10 kV-Anlagen in Angriff genommen. Unter anderem wurden innerhalb Jahresfrist zwei größere Anlagen auf den neuzeitlichsten Stand gebracht. Da es sich um zwei besondere Fälle handelt, außerdem beide Anlagen unter stark erschwerenden Verhältnissen umgebaut bzw. erstellt werden mußten, dürfte es vielleicht von Interesse sein, die maßgebenden Gesichtspunkte und die sich beim Bau ergebenden Schwierigkeiten näher zu beleuchten.

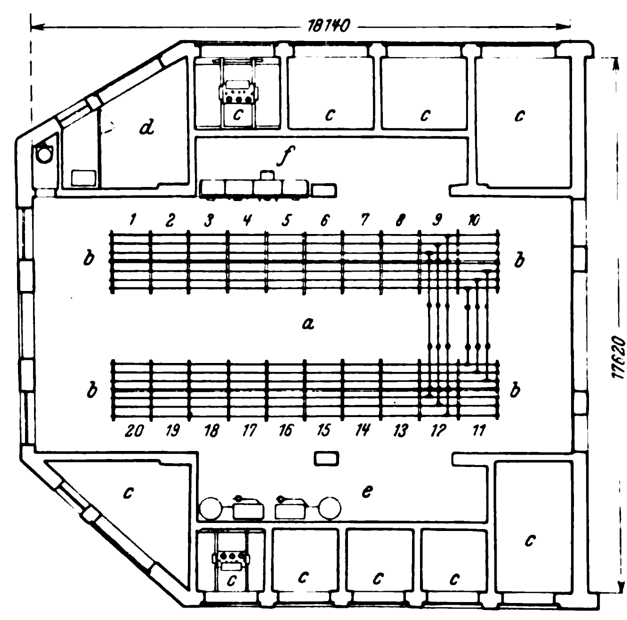
Die 10 kV-Anlage Eßlingen.

Den technisch etwas einfacheren, wenn auch hier mit allerhand Schwierigkeiten verschiedener Art verbundenen Fall eines Neubaues stellt die 10 kV-Schaltanlage Eßlingen dar.

Es war zwar von jeher keine schwierige Aufgabe, bei genügend Platz und Bewegungsfreiheit vollständig neue Anlagen zu erstellen, nach Fertigstellung an das Netz anzuschließen und dem Betrieb zu übergeben; in städtischen Gebieten aber machen der Bau und die Erweiterung elektrischer Anlagen oft ganz erhebliche Schwierigkeiten, die in vergangenen Jahren manchen Plan vollständig zum Scheitern brachten oder wenigstens das betreffende Werk zur Aufwendung ganz unverhältnismäßig hoher Kosten zwangen. Man ist auch in der Wahl des Platzes durchaus nicht freizügig, weil die Notwendigkeit höchster Leistungsfähigkeit in der Versorgung, Schwierigkeiten beim Erwerb eines geeigneten Bauplatzes und nicht zuletzt die Lage nun einmal von früher her vorhandener Kabel auf einen ganz bestimmten Platz verweisen.

So lag der Fall auch beim EW. Eßlingen, das sich im Laufe der Jahre allmählich vom Speisepunkt der städtischen Gleichstromversorgung zur Hauptverteilungsstelle für die Versorgung der zahlreichen Industrie- und Gewerbebetriebe mit hochgespanntem Drehstrom entwickelte. Die alte Hochspannungs-Schalt- und -Verteilungsanlage war aus Platzgründen im Keller des bei der alten Zentrale inzwischen errichteten Verwaltungsgebäudes der Neckarwerke AG. untergebracht. Als die Entwicklung zu Erweiterungen zwang, mußte man sich infolge Platzmangels im alten Schaltraum und aus Sparsamkeitsgründen notgedrungen zunächst auf eine stückweise Ergänzung der Anlage in einem anderen Teil des Gebäudes beschränken. Dadurch entstand naturgemäß ein sehr unübersichtlicher Zustand in der Anordnung der Geräte und besonders im Aufbau des Schaltbildes. Die Sicherheit für Personal und Betrieb wurde dadurch herabgesetzt, abgesehen von der erhöhten Kurzschlußleistung, der die Anlage nicht mehr gewachsen war. Dieser Zustand gab schon vor einigen Jahren Veranlassung zu den verschiedensten Umbauplänen, die aber, abgesehen von der Kostenfrage, bei Verwendung von leistungsfähigen Ölschaltern und Wandlern der damals üblichen Bauart an dem Platzbedarf für eine großzügige und erweiterungsfähige Anlage scheiterten. Eine gekapselte Anlage, die zunächst vorgeschlagen wurde und auch platztechnisch unterzubringen gewesen wäre, hätte kaum eine befriedigende Lösung geboten, weil sich über und neben der Anlage Büro- und Wohnräume befanden, für die eine Zusammenballung von brennbaren Stoffen, wie Öl und Masse, zu gefährlich schien.

Aus dieser unsicheren Lage half der Fortschritt im Schaltanlagenbau, gegeben durch Verwendung öl- und massefreier Apparate, deren Entwicklung gerade in dieser Zeit zu einem gewissen Abschluß gelangt war. Auf dem Grundstück des alten Dampfkesselhauses (Abb. 2) wurde nach Abreißen der Umfassungsmauern auf den vorhandenen Fundamenten ein Erweiterungsbau zum Verwaltungsgebäude errichtet, in dessen 5 m hohem Erdgeschoß eine neue Schaltanlage mit öllosen Schaltern und Apparaten in offener Bauweise erstellt wurde.



a 20feldrige 10 kV-Anlage in zwei Zellenreihen; davon
1. Reihe (Feld *1* bis *10*) für reine Hochspannungsverteilung über ankommende und abgehende Kabel sowie Kupplung
2. Reihe (Feld *11* bis *20*) für Speisung der Umspanner

b Platz für weitere 4 Felder
c Umspannerzellen
d Raum für Betätigungsbatterie und Lager
e Nische für Drucklufterzeugungsanlage und Hilfsschiene; Platz für spätere Relaistafeln
f Niederspannungsverteilungstafel

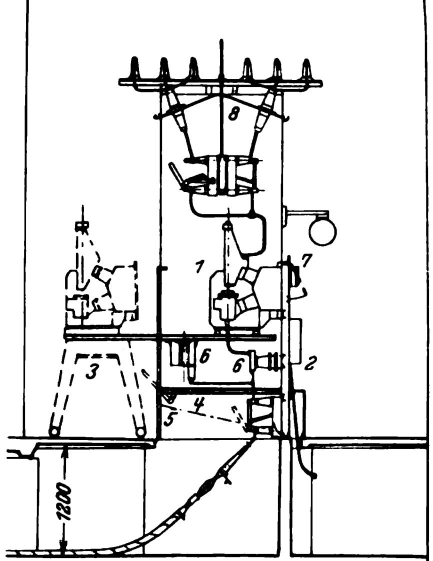
Abb. 2. Grundriß der 10 kV-Schalt- und Umspannanlage Eßlingen.

Der Umfang der Anlage ergab sich zwangsläufig, einmal aus der Anzahl der von früher her vorhandenen Speise- und Verteilungskabel für die Versorgung von Stadt und Industrie mit Hochspannung, ferner aus den verschiedenen Umspanneranschlüssen für die Versorgung des Stadtkernes mit Gleich- und niedergespanntem Drehstrom sowie der Straßenbahn mit Gleichstrom. Demgegenüber wurde von verschiedenen Bauplänen einem zweireihigen Aufbau der Schaltfelder der Vorzug gegeben, welcher nicht nur bei der annähernden Quadratgestalt des vorhandenen Grundstücks nahe lag, sondern sich auch geschickt dem organischen Aufbau eines im Gegensatz zu früher sehr übersichtlichen Schaltbildes anpassen konnte.

Eine vor den Umspannerfeldern eingebaute Längskupplung hat den Zweck, die in Gleichstrom umzuwandelnde elektrische Arbeit hochspannungsseitig zu messen und vor allem in Störungsfällen die Möglichkeit einer raschen Trennung der größtenteils noch mit Umformern betriebenen Gleichstromversorgung von der wichtigeren Hochspannungs-Drehstromverteilung zu bieten. Der geringe Platzbedarf einiger Umspanner ließ die Anordnung von Nischen beiderseits der Hochspannungsschaltanlage zu, von denen eine zur Aufnahme einer 4feldrigen Niederspannungstafel mit reichlicher Erweiterungsfähigkeit, die andere zur Aufnahme der Drucklufterzeugungsanlage für Schalterantrieb sowie einer kleinen Hilfssammelschiene dient. Außerdem ist hier noch genügend Platz für den Aufbau etwa später notwendiger weiterer Relaiseinrichtungen oder anderer Apparate.

Den Aufbau einer der Hochspannungszellen zeigt Abb. 3. Es wurde versucht, die einzelnen Schaltzellen ebenso klar, übersichtlich und dementsprechend betriebssicher aufzubauen wie Grundriß und Schaltbild. Zu diesem Ziele verhalf die Wahl der offenen Bauweise, eingeschössig durchgeführt von den Sammelschienen bis zum Endverschluß des abgehenden Kabels. Diese an Einfachheit nicht zu übertreffende Anordnung wurde nur möglich

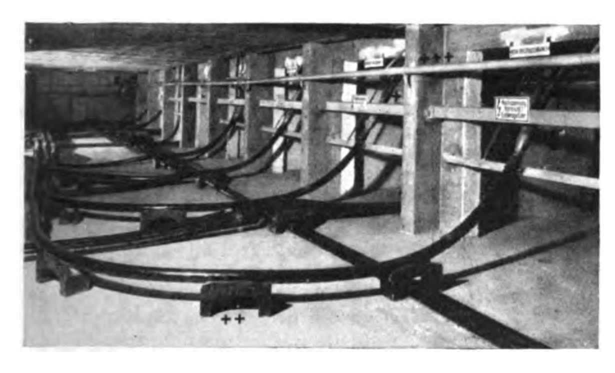
durch die Wahl öl- und massefreier Geräte. Die ölfreien Schalter machen bekanntlich im Gegensatz zu den Ölschaltern die Leitungsführung innerhalb der Zelle deshalb so einfach, weil man den einen Pol oben, den anderen unten anschließt. Die öl- und massefreien Wandler können in jeder beliebigen Lage: stehend, liegend oder hängend, an-



1 Expansionsschalter
2 Betätigungsblock und Relais
3 Transportwagen für Schalter
4 Montageplatte
5 Verriegelung f. Kabeltrennschalter
6 Strom- u. Spannungswandler
7 Instrumente
8 Lichtbogenschutz

Abb. 3. 10 kV-Schaltanlage Eßlingen. Aufbau einer Kabelschaltzelle in übersichtlicher Form, eingeschossig vom Kabelendverschluß bis zu den Sammelschienen.

geordnet und dadurch sehr leicht in einen möglichst geraden Leitungszug eingefügt werden. (S. besonders auch den später folgenden Fall Altbach.) Die mit Durchführungen versehenen Platten zwischen Sammelschienen und den dazugehörigen Trennschaltern sollen einen etwa in der Zelle auftretenden Lichtbogen am Hinaufklettern zu den Sammelschienen hindern. Die Tatsache, daß dabei die Durchführungen zusätzlich schwache Punkte in der Anlage bilden, ist deshalb nicht hoch zu bewerten, weil der



\+ massearme Hochspannungsendverschlüsse
++ Kabelkreuzungssteine aus Beton
+++ Druckluftleitung für Schalterbetätigung

Abb. 4. Kabelkeller Eßlingen.

Erdschlußstrom im 10 kV-Netz mittels Erdschlußspulen gelöscht ist, und deshalb die Auswirkungen eines etwaigen Durchschlages nur gering sein würden. Die Phasenabstände wurden in der Anlage bei den Expansions- und den Trennschaltern gleich groß gewählt, so daß sich eine sehr ruhig wirkende gerade Leitungsführung vom Endverschluß bis hinauf zu den Sammelschienen ergab. Für die Kabelabführung reichte ein Keller von nur 1,2 m lichte Höhe völlig aus (Abb. 4), zumal er selten begangen werden muß und die Endverschlüsse von oben aus leicht überwacht werden können. Auf diese Weise konnte eine kostspielige Beseitigung der alten Kesselfundamente erspart werden.

Als Leistungsschalter wurden Expansionsschalter Reihe 10, für 350 A Nennstrom und 200 MVA Abschaltleistung eingebaut (Abb. 3, Nr. *1*). Das Einschalten erfolgt durch einen am Schalter angebauten Druckluftkolben, dem durch Betätigung eines Ventils von Hand Frischluft aus der zentralen Drucklufterzeugungsanlage zugeführt wird; das Ausschalten erfolgt durch Entklinken einer beim Einschaltvorgang gespannten Feder.

Die Expansionsschalter sind an der Eisenkonstruktion der Anlage aufgehängt (Abb. 5). Bemerkenswert ist dabei, wie schnell und bequem sie ein- und ausgebaut werden können. Ein besonders dafür vorhandener Transportwagen (Abb. 3, Nr. *3*) wird z. B. beim Ausbauen vor die Zelle gefahren, die am Wagen befindlichen Vorstreckschienen werden in die Zelle eingeführt und darauf der vom Traggerüst gelöste Schalter herausgezogen. Beim Einbauen ist es umgekehrt. Auf diese Weise könnte im Störungsfalle ein Schalter gegen einen vorhandenen, betriebsbereiten Ersatzschalter innerhalb kürzester Zeit ausgewechselt werden. Solche und ähnliche Arbeiten in der Zelle können auch ausgeführt werden, während das Kabel bis zu den offenen Trennmessern am Endverschluß unter Spannung steht. Zu dem Zweck wird an der auf Abb. 3 mit *4* bezeichneten Stelle in genügendem Abstand von den offenen Trennmessern eine kräftige Sperrholzplatte in die Zelle eingeschoben. Durch einen bei geschlossenem Trennschalter in die Führungsschiene hineinragenden Verriegelungshebel am Antrieb (Abb. 3, Nr. *5*) wird dafür gesorgt, daß die Montageplatte nur bei geöffnetem Trennschalter eingeführt werden kann.

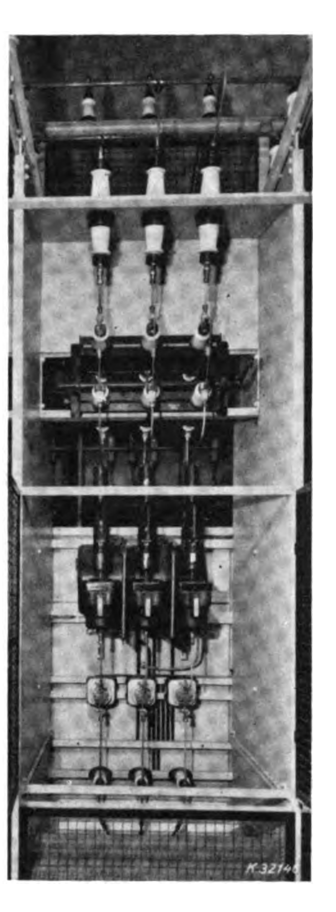


Abb. 5. Schaltzelle für Umspannerabzweig in Eßlingen.

Die öl- und massefreien Wandler für Meß-, Relais- und Synchronisierungszwecke (Abb. 3, Nr. *6*) konnten in der offenen Zelle sehr gedrängt und doch leicht zugänglich unter dem Expansionsschalter untergebracht werden. Bei den einphasigen Spannungswandlern wurde auf eine Absicherung verzichtet, vor allem, weil sie im Schaltbild hinter dem Stromwandler und Leistungsschalter angeordnet sind, also durch das Schutzrelais im Falle eines Fehlers mit erfaßt werden.

Um die Gefahr der Brand- und Qualmbildung weitestgehend auszuscheiden, wählte man massearme Wickelendverschlüsse, und zwar, da die eingeführten Kabel für 15 kV Betriebsspannung isoliert sind, Endverschlüsse der Reihe 20.

Von den 7 eingeführten Hochspannungskabeln werden 5 mit den benachbarten Kraft- und Umspannwerken vermascht betrieben. Die zugehörigen Schaltfelder wurden deshalb mit Impedanzrelais in einsystemiger Ausführung zur selektiven Erfassung von Störungen und Abschaltung in Abhängigkeit vom Fehlerort in kürzester Zeit versehen; die übrigen, stichförmig betriebenen Kabel sowie die Umspanner werden mit unabhängigen Überstrom-Zeitrelais geschützt. Die Erschütterungen beim Schalten sind so gering, daß man die Relais wie auch die Meßinstrumente ohne Schwierigkeiten unmittelbar an der Bedienungswand der Schaltfelder aufbauen konnte (Abb. 3, Nr. *7*). Leicht überwachbar ist der Schutz mit Hilfe einer einfachen Prüfeinrichtung und einem Prüfstecker, den man zur Prüfung während des Betriebs in dafür vorgesehene Prüfbuchsen einführen kann, ohne daß dabei eine Umklemmung der Schalt- und Meßgeräte selbst notwendig wird. Die kurzen Verbindungsleitungen zwischen den Wandlern und den Relais sichern ein einwandfreies Arbeiten des Schutzes.

Die zum Betätigen der Expansionsschalter und der sonst schwer zugänglichen Sammelschienen-Längstrenn-

schalter notwendige Druckluft wird von 2 Verdichtern erzeugt, von denen einer als Reserve dient. Der Betriebsdruck wird selbsttätig zwischen 4,0 und 4,8 atü gehalten. Zur Speisung und Reserve dienen je 2 Windkessel unmittelbar an den Verdichtern und an der Rohrleitung im Kabelkeller. Die ringförmig ausgebildete Leitung ist unmittelbar unter der Decke des Kabelkellers geführt und aus Sicherheitsgründen durch Zwischenventile mehrfach unterteilt. Da während des Umbaues ein Teil der Hochspannungsanlage schon vor Fertigstellung der Druckluftanlage in Betrieb gesetzt werden mußte, bediente man sich zum Einschalten einer Druckluft-Handpumpe mit einem Windkessel, der für eine Einschaltung ausreicht. Für den unwahrscheinlichen Fall, daß während des Betriebes die Antriebsspannung für die Kompressoren längere Zeit ausbleibt oder auch die Druckluftverteilungsanlage an einer unglücklichen Stelle undicht wird, kann das Handgerät leicht für Notschaltungen benutzt werden.



Abb. 6. Gesamtansicht der 10 kV-Anlage Eßlingen.

So wurde in allen Punkten danach gestrebt, eine Anlage zu bauen, bei der die Sicherheit für Personal, Betrieb und schließlich auch für die im gleichen Gebäude befindlichen Büros weitestgehend gewährleistet ist. Die Abb. 6 zeigt die Gesamtansicht der fertigen Anlage. In der nunmehr 1¼ Jahr währenden Zeit nach der endgültigen Inbetriebsetzung haben sich keinerlei Gesichtspunkte ergeben, deren Berücksichtigung man unterlassen hätte. Welche Schwierigkeiten der Umbau selbst in dieser Beziehung bot, möge man aus der nun folgenden kurzen Darstellung ersehen. Sie ist vielleicht für die Fachleute aus Industrie- und Elektrizitätswerkskreisen, die vor ähnlich gelagerten Schwierigkeiten stehen, von einigem Interesse.

Der Ersatz der veralteten 10 kV-Schaltanlage Eßlingen durch eine neue wurde vor allem dadurch erschwert, daß die Bauzeit in den Winter und damit in die Zeit der Belastungsspitze fiel. Die Bauzeit konnte deshalb nicht verschoben werden, weil unmittelbar anschließend an Eßlingen die 10 kV-Verteilungsanlage im benachbarten Kraft- und Umspannwerk Altbach umgebaut werden sollte. Die besonders große Bedeutung dieser Anlage, die auch bei voller Aufrechterhaltung des Betriebs umgebaut werden mußte, ließ als Bauzeit für den wesentlichsten Teil nur die Pause zwischen der Winterspitze und der Gewitterzeit zu, da in der übrigen Zeit die Sicherheit des Betriebs aufs Spiel gesetzt worden wäre und bis zum Herbst nicht mehr gewartet werden konnte. So verblieb für die Eßlinger Anlage, die bei Beginn der Arbeiten in Altbach aus betriebstechnischen Gründen im wesentlichen fertig sein mußte, keine andere Bauzeit als der voraufgehende Winter, zu dessen Beginn der Rohbau gerade so weit wie möglich fertiggestellt war.

Aus der Ungunst der Jahreszeit ergaben sich folgende Schwierigkeiten:

1. Auf dem für die Zellen *8* bis *13* (s. Abb. 2) vorgesehenen Platz standen noch Teile der alten Anlage, deren Inbetriebhaltung wegen der Höhe der Belastung so lange notwendig war, bis ein Teil der neuen Anlage — im vorliegenden Fall die Zellen *14* bis *20* — provisorisch in Betrieb gesetzt werden konnte.
2. Um für den Fall einer Kabelstörung oder eines Umformerschadens bei der hohen Winterbelastung noch durch genügende Reserve gesichert zu sein, konnte man die Umlegung der Anschlüsse nur einzeln vornehmen und mußte dafür sorgen, daß auch der provisorisch in Betrieb befindliche Teil der neuen Anlage jederzeit zweiseitig gespeist werden konnte.
3. Wegen der kurzen zur Verfügung stehenden Montagezeit und auf das aus Kostengründen berechtigte Verlangen der ausführenden Firma mußten trotz der obengenannten Schwierigkeiten die Arbeiten ununterbrochen in einem Zuge zu Ende geführt werden.
4. Nach Abreißen der anfangs noch in Betrieb befindlichen Teile der alten Anlage mußten die baulichen Vorbereitungen für den Neuausbau gerade in einer Kälteperiode und wegen der Notwendigkeit einer zügigen Montage der ganzen Anlage in äußerst knapper Zeit getroffen werden.

Bei den bestehenden Schwierigkeiten konnte eine vollständig reibungslose Abwicklung des Umbaues nur durch die vorausgehende Aufstellung eines alle Einzelheiten erfassenden Montageplanes ermöglicht werden. Er wurde in mühevoller Arbeit zusammengestellt und umfaßte nach Berücksichtigung der allen Vorkommnissen gerecht werdenden Gesichtspunkte drei getrennte Bauabschnitte und 32 verschiedene, im Laufe der Montage sich ergebende Schaltzustände für die volle Aufrechterhaltung des Betriebes.

Der erste Bauabschnitt umfaßte die Zellen *14* bis *20* (s. Abb. 2), die gleich vollständig aufgebaut und mit Apparaten usw. versehen wurden. Angeschlossen wurden ein Teil der Umspanner endgültig und zwei Kabel zur Speisung derselben provisorisch. Vor allem erfaßte man dabei natürlich die Teile der alten Anlage, die zur Erstellung der Zellen *8* bis *13* freigemacht werden mußten.

Vor Beginn des zweiten Bauabschnittes wurde zum Schutze des Personals gegen Berührung hochspannungführender Teile mitten durch die zukünftigen Zellen *8* und *13* sowie längs durch den Mittelgang eine bis zur Decke reichende Holzschutzwand gezogen. Ebenso wurden die einzelnen unter Spannung stehenden Kabelzellen mit Holz verschalt. Während nun das Montagepersonal die Zellen *1* bis *7* aufstellte und einrichtete, wurden die anfangs in Betrieb befindlichen Teile der alten Anlage abgerissen und baulich für die Zellen *8* bis *13* vorbereitet, d. h. die Zwischenwände der Kabelzellen sowie der Fußboden für die Hauptanlage wurden betoniert und anschließend der letzte Teil des Raumes, der zum Abtransport der abzureißenden Teile gedient hatte, ausgemauert und verputzt. Nach Fertigstellung konnten die Zellen *1* bis *7*, teils endgültig, teils provisorisch, in Betrieb genommen werden.

Der dritte Bauteil schließlich umfaßte die Zellen *8* bis *13*, nach deren Fertigstellung die Sammelschienenüberführungen zwischen den beiden Reihen (s. Abb. 2) gelegt und alle Teile zusammengeschlossen werden konnten. Dabei leisteten die anfangs genannten, im Zuge der Sammelschienen eingebauten Trennschalter gute Dienste, da man mit ihrer Hilfe die Sammelschienen unterteilen und die allermeisten Arbeiten während des Betriebes ausführen konnte. Den Schluß bildete schließlich die Überführung der einzelnen Kabelanschlüsse für Umspanner und abgehende Leitungen vom provisorischen zum endgültigen Platz, wobei die anfangs erwähnte Zweiteilung in Felder für ankommende und abgehende Kabel auf der einen und Umspannerfelder auf der anderen Seite hergestellt wurde.

Durch die Wahl von baukastenartig zusammensetzbaren Stahlbinderzellen unter Verzicht auf Durozwischenwände zwischen den Feldern wurde die stufenweise Abwicklung der Montage sehr erleichtert und die Zeit entsprechend verkürzt. Dank des großen gegenseitigen Verständnisses und der guten Zusammenarbeit aller an dem Umbau beteiligten Stellen wurden die Arbeiten trotz der bestehenden Schwierigkeiten terminmäßig und ohne die geringste Betriebsstörung zu Ende geführt. Der vorgesehene Bauplan konnte durch rechtzeitigen Beginn mit den nicht minder schwierigen Umbauarbeiten in Altbach pünktlich fortgesetzt werden.

(Schluß folgt.)

Eine neue Stoßanlage für 3 Millionen Volt und 42 000 Wattsekunden.

Von J. Rebhan, Nürnberg.

621. 313. 12. 015. 33

Übersicht. Ein neues Stoßprüffeld mit einem Marxschen Stoßgenerator für 3 Mill V und 42 000 Ws wird beschrieben.

Die Größe eines Stoßgenerators wird durch die Aufgaben bestimmt, die er im einzelnen zu lösen hat. Neben der Höhe der Spannung ist vor allem die zur Entladung zur Verfügung stehende Kapazität je nach der Aufgabenstellung verschieden. Bezeichnet man mit U die ohne Prüfling im Generator erzeugte Spannung, mit U_p die am Prüfgegenstand wirksame, mit C die Gesamtkapazität des Generators, mit C_p die des Prüflings, so besteht bekanntlich die Beziehung[1]):

$$U_p \approx U \frac{C}{C + C_p}.$$

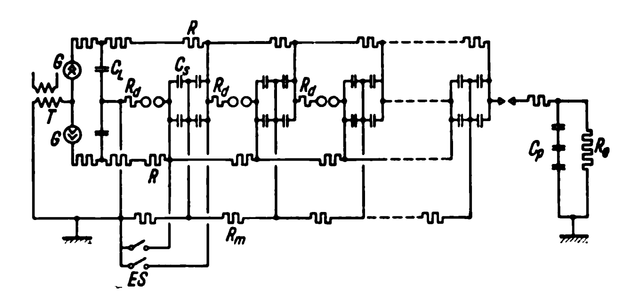
Das bedeutet: je größer die Kapazität des Prüflings, desto größer muß die Kapazität des Generators sein, wenn von der Spannung, für die der unbelastete Generator gebaut ist, nicht zuviel verloren gehen soll.

Ein Tellerisolator hat eine Kapazität von etwa 40 pF, eine 6gliedrige Kette am Mast etwa ebensoviel, eine 100 kV-Durchführung je nach der Bauart von 75 bis 200 pF. Die Eingangskapazität eines großen Transformators beträgt demgegenüber mehrere tausend pF. Man ersieht daraus, daß ein Stoßgenerator zur Stoßprüfung von Großtransformatoren eine um eine Größenordnung größere Energie und damit wesentlich größere Abmessungen haben muß als für die Prüfung von Isolatoren oder Geräten geringer Kapazität.

Das neue, von den Siemens-Schuckertwerken in ihrem Transformatorenwerk in Nürnberg errichtete Stoßprüffeld sollte eine Stoßspannung zu erzeugen gestatten, die hoch genug war, um alle Aufgaben, wie sie bei den heutigen Übertragungsspannungen gestellt werden, lösen zu können. Zugleich mußte die verfügbare Energie groß genug sein, um die Versuchsstücke mit so großer Kapazität, wie sie heutige Transformatoren für die höchsten Spannungen darstellen, bis zu ihrer Luftüberschlags- oder inneren Durchschlagsspannung prüfen zu können. Deshalb wurde die Spannung zu 3 Mill V und die Kapazität des gesamten Generators bei 3 Mill V zu 9300 pF, entsprechend einem Arbeitsvermögen von 42 000 Ws gewählt. Erweiterungsmöglichkeiten sollten dabei sowohl für die Spannung wie für die Leistung vorgesehen werden.

Die Schaltung des Stoßgenerators ist die bekannte Schaltung nach Erwin Marx[2]), nach der alle Stoßgeneratoren des In- und Auslandes für höhere Spannungen gebaut sind (Abb. 1). Der ganze Generator ist in 15 Kondensatorgruppen unterteilt, die im Augenblick des Stoßes über Funkenstrecken hintereinander geschaltet werden. Jede Gruppe besteht aus 4 Einzelkondensatoren von 0,14 µF, die paarweise parallel und hintereinander geschaltet sind. Die Ladespannung für jede Gruppe beträgt ± 100 kV. Die 4 Metallkästen der Kondensatoren einer Gruppe sind untereinander verbunden. Die Aufladung erfolgt in der üblichen Weise über Gleichrichterröhren, Pufferkondensatoren und Flüssigkeitswiderstände. In den Entladekreis sind Dämpfungswiderstände R_d[3]) eingebaut, die den Zweck haben, hochfrequente Schwingungen auszudämpfen, die durch Wirkung der unvermeidbaren Erd- und Nebenkapazitäten und der durch den Aufbau bedingten Selbstinduktivität des Stoßgenerators in der Spannungskurve auftreten. Durch Einlegen zweier Erdungsbügel kann der ganze Stoßgenerator frei von Ladungen gemacht werden. Die durch Unsymmetrien hereinkommenden, auf den Kondensatorkesseln und der Eisenkonstruktion noch verbleibenden Ladungen werden durch den Widerstand R_m abgeführt. Die Röhren und Ladewiderstände sind so bemessen, daß die Stöße in Abständen von 5 s folgen können. Die Röhren sind für eine Sperrspannung von 250 kV gebaut und mit 320 kV geprüft. Im Betrieb werden sie vorerst nur mit einer Sperrspannung von 200 kV benutzt. Ihr Sättigungsstrom beträgt 400 mA.

Die größte Stromamplitude im Entladekreis bei vollkommen ungedämpftem Ausschwingen des Stoßgenerators wurde zu 25 000 A gemessen. Der Strom der aperiodischen Entladung beträgt etwa 10 000 A. Die Polarität der Entladung wird durch Umpolen des Ladekreises unmittelbar hinter der Ladeanlage geändert.



C_s	Stoßkondensatoren, je 0,14 µF	R_m	Widerstände zum Erden der Kondensatorenmitte, je 350 000 Ω
C_L	Pufferkondensatoren, je 0,14 µF		
C_p	Kapazität des Prüflings	R_e	Entladewiderstand
R	Ladewiderstände, je 20 000 Ω	T	Ladetransformator
R_d	Dämpfungswiderstände, je 40 Ω	G	Gleichrichterröhren
		ES	Erdungsschalter

Abb. 1. Schaltung des Stoßgenerators.

Aus später zu erörternden Gründen wurde der Stoßgenerator im Freien aufgestellt. Diese Bauart bot zunächst in baulicher Hinsicht erhebliche Schwierigkeiten. Ein freistehendes, starken Winddrücken ausgesetztes Porzellangestell von 12 m Höhe und etwa 5 × 5 m Grundfläche (s. Abb. 2) sollte erhebliche senkrechte Drücke aufnehmen, die sich aus den zu tragenden Lasten und dem durch die Abspannungen in die Senkrechte gelenkten Winddruck zusammensetzen. Außerdem mußten der seitliche Winddruck und die durch die Temperaturunterschiede verursachten Spannungen bewältigt werden.

Der senkrechte Druck von oben war bei der sehr hohen Druckfestigkeit des Porzellans an sich leicht zu beherrschen, wenn nur die senkrechten Drücke möglichst gleichmäßig und zentral auf den Isolatorquerschnitt verteilt wurden. Ein Druckversuch mit einer 3 m hohen, aus 3 Stützern mit den wirklichen Abmessungen zusammengesetzten Säule lieferte den Beweis, daß die Kräfteübertragung auch bei leicht exzentrischem Angreifen der senkrechten Kräfte richtig war. Zugleich ergab sich, daß auch bei höchsten Winddrücken die Knickfestigkeit der längsten unverspannten im Generator eingebauten Säulen auch bei den zu erwartenden Aufbau-Ungenauigkeiten ausreichend war.

Die seitlichen Windkräfte, die einerseits als reine seitliche Umbruch-, anderseits als Verwindungskräfte für das Gerüst in Erscheinung treten, waren entscheidend für die Wahl des Porzellanquerschnittes und der Anzahl der Porzellansäulen. Diagonalversteifungen und -verspannungen konnten nur in geringer Zahl angebracht werden, da das gesamte Innere des Gerüstes für den Einbau der Kondensatoren und des notwendigen Zubehörs freibleiben mußte. Die notwendige Festigkeit mußte daher durch eine genügende Steifigkeit des Baues, d. h. reichliche Kitt-

[1]) Vgl. Leitf. f. d. Prüf. m. Spannungsstößen VDE 0450/1933, ETZ 55 (1934) S. 522.

[2]) DRP 455 933; Hescho-Mitt. (1924) H. 10; ETZ 45 (1924) S. 652.

[3]) Kopeliovitch, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 22 (1931) S. 461.

höhen für das Porzellan, und eine genügend starre Verbindung der einzelnen Säulen durch die Eisenkonstruktion hereingebracht werden. Die auf dem Lichtbild Abb. 2 noch sichtbaren Verspannungen diagonal nach außen gegen die Erde bzw. gegen zwei Betonmaste sind eine zusätzliche Maßnahme zur weiteren Erhöhung der Sicherheit.

Infolge der Starrheit des Gerüstes treten erhebliche Spannungen als Folge des Temperaturwechsels auf. Um nun unabhängig von der Temperatur des Erdreiches zu werden, verband man die unteren Fassungen der untersten Stützisolatoren durch einen starren Rahmen. Der Rahmen liegt etwa 10 cm über dem Erdboden und macht, da er in der Luft liegt, ungefähr die gleichen Temperaturschwankungen mit, denen die übrigen Eisenteile unterworfen sind. Damit die 6 Porzellansäulen diesen kleinen Längenänderungen folgen können, sind sie verschiebbar auf Grundplatten aus Messing befestigt, und nur die mittlere Säule der einen Breitseite ist fest mit dem Fundament verbunden. Es bleiben noch die Spannungen übrig, die auftreten, wenn verschiedene Teile des Generators verschieden von der Sonne bestrahlt werden. Biegeversuche an einem zweiteiligen Stützer, wie sie in das Gerüst des Stoßgenerators eingebaut worden sind, zeigten, daß die Stützer mit ihren Metallfassungen elastisch genug sind, um diese zusätzliche Beanspruchung aufzunehmen. Das Gerüst hat den heißen Sommer 1934 und den folgenden Winter mit seinen Stürmen überstanden, ohne irgendeinen Schaden zu zeigen. Es darf wohl angenommen werden, daß dieses günstige Ergebnis daher rührt, daß zwischen den beiden Forderungen „genügende Starrheit und ausreichende Elastizität" der richtige Mittelweg gefunden ist.

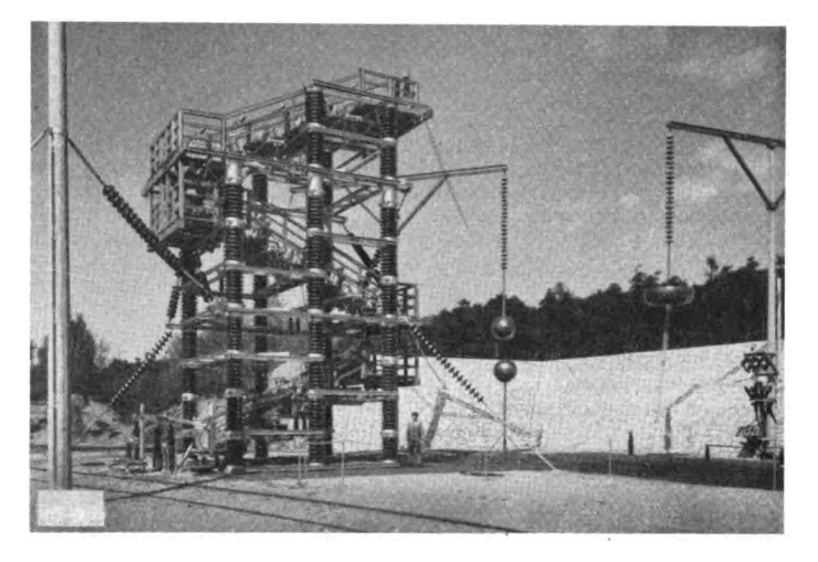


Abb. 2. Stoßprüfanlage für Spannungen bis 3 Mill Volt.

Die innere Ausbildung der einzelnen Stützer ist die heute übliche. Die Stützer haben einen Zwischenboden aus Porzellan. Der Kopf ist zur Erhöhung der Durchschlagspannung mit Dicköl ausgegossen. Der größere untere Teil der Stützer ist hohl. Das Eindringen der Feuchtigkeit ist dadurch verhindert, daß die Fassungen zusammen mit Dichtungsringen unter Druck aufgekittet sind und der Stützer auch unten mit einer Schicht Dicköl abgeschlossen ist. Die Gesamthöhe des Stoßgenerators beträgt 12 m. Der Generator hat durch äußerste Platzausnutzung und durch die Verwendung besonders gedrängt gebauter Kondensatoren trotz der Freiluftaufstellung keine größere Höhe als die bisher bekannt gewordenen gleicher Spannung für Innenräume[4]).

Zur Erzielung einer möglichst steilen Stirn der Stoßwelle ist es bekanntlich nötig, die Stoßgeneratoren mit möglichst geringer Erdkapazität und Selbstinduktion zu bauen. Beide Forderungen laufen darauf hinaus, den Stoßgenerator auf einer möglichst kleinen Grundfläche unterzubringen. Die Schmalseite des Generators ist in der Hauptsache durch die Abmessungen der Kondensatoren im ersten und für später geplanten zweiten Ausbau und die Abstände zwischen diesen, den Ladewiderständen und den Schaltfunkenstrecken festgelegt. Die Längsseite wurde durch ein Schiefstellen der Kondensatoren so weit zusammengedrängt, daß der Grundriß der Anlage mit 5000 · 5250 mm beinahe quadratisch geworden ist. Das Schiefstellen der Kondensatoren brachte bei gleichem dielektrischem Sicherheitsgrad gegenüber der senkrechten Aufstellung eine Längenersparnis von etwa 25 %.

Die Kondensatoren sind Öl-Papierkondensatoren, die in einem allseitig zugeschweißten Kessel eingebaut sind. Jeder Kessel trägt eine Freiluftdurchführung der Reihe 30. Metallfassung und Durchführung sind nach einem besonderen Verfahren öldicht zusammengelötet. Der Kessel hat keinerlei Ausdehnungsgefäß und nimmt die Volumenänderungen des Öles in sich selbst auf. Die zulässige Ladegleichspannung ist 125 kV, die Prüfgleichspannung 188 kV.

Als Ladewiderstände werden Glasrohre mit einem Gemisch aus destilliertem Wasser, Glyzerin und Weinsteinsäure benutzt. Der Glyzerinzusatz ist mit Rücksicht auf die tiefen Temperaturen im Winter notwendig. Die Dämpfungswiderstände, die in Reihe mit den Kondensatoren und Funkenstrecken liegen, bestehen aus induktionsfrei aufgewickelten Drähten.

Als Schaltfunkenstrecken dienen Kugeln von 150 mm Dmr. Die allerunterste Funkenstrecke, die eigentliche Zündfunkenstrecke, wird motorisch angetrieben. Die Entfernung der Kugeln wird in die Warte ferngemeldet. Die Genauigkeit der Anzeige beträgt ± 0,1 mm. Die übrigen Funkenstrecken sind für je fünf Kondensatorgruppen zusammengekuppelt und werden von Hand verstellt.

Der ganze Porzellanturm ist durch eine Holztreppe aus imprägniertem Föhrenholz begehbar gemacht. Der Zutritt erfolgt nur durch eine Tür mit einem senkrecht schwenkbaren Hebel (siehe Abb. 2). Beim Hochheben des Hebels wird der mechanisch mitgekuppelte Erdungsschalter selbsttätig eingelegt und dadurch der ganze Generator entladen und geerdet (siehe Schaltbild Abb. 1).

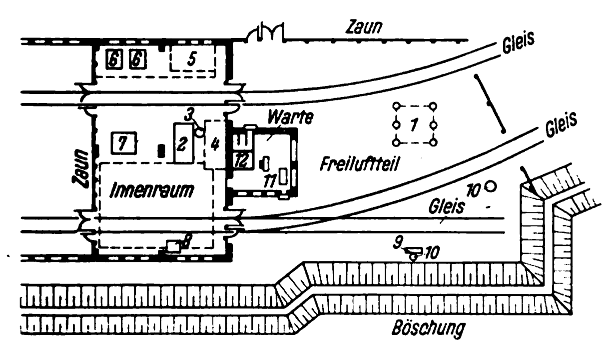
Besondere Sorgfalt ist auf die Ausbildung der Generatorerdung verwendet. Durch Wünschelrutengänger wurde festgestellt, daß sich unmittelbar unter dem Stoßgenerator im Sandsteinfels eine Wasserader von 3 bis 5 m Breite hinzieht. Die Bohrungen bestätigten die Voraussage. Als Erder sind 5 verzinkte dreizöllige Eisenrohre von etwa 8 m Länge eingebracht, die untereinander durch Bandeisen verbunden sind und etwa 2 m tief ins Grundwasser reichen. Der Erdungswiderstand der gesamten Generatorerde beträgt 6 Ω. Diese Erdung wird nur für den Stoßgenerator und den Prüfling benutzt. Die anderen im Laboratorium vorkommenden Spannungsquellen haben eine andere weit entfernte Erdung. Die Anschlußkabel für den Antrieb und die Anzeigevorrichtung der Zündfunkenstrecke sind in weitem Bogen so verlegt, daß sie nur ein kleines Stück in das Erdungsgebiet des Generators hineinragen. Das Gestell der Zündfunkenstrecke ist außerdem noch isoliert aufgestellt und die Niederspannungsstromkreise ihres Antriebes sind mit Kondensatoren geschützt. Tatsächlich wurde durch alle diese Maßnahmen erreicht, daß es in der Niederspannungsanlage nie zu Überspannungsschäden kam.

Wie oben gesagt, hat man die Lösung gewählt, den Stoßgenerator im Freien aufzustellen. Die Innenraumaufstellung hat zwar immer den Vorteil der Unabhängigkeit von allen Witterungseinflüssen. Überschlägt man jedoch die Abmessungen, welche die dazu notwendige Halle haben müßte, so ergibt sich, daß eine lichte Höhe von 20 m, eine Breite von 20 m und eine Länge von 35 bis 40 m nötig wären. Die Gesamtanlagekosten für die Innenraumlösung wären bei Errichtung einer solchen Halle etwa doppelt so hoch geworden wie bei der Freiluftlösung. Dazu kam noch, daß man unbedingt eine spätere Erhöhung der Spannung durch den Aufbau weiterer Stockwerke ins Auge fassen mußte. Während dies bei einem Freiluftgenerator ohne weiteres möglich ist, müßte bei einem Innengenerator das ganze Gebäude erhöht werden. Das Bestreben, die Baukosten möglichst niedrig zu halten, und die Rücksicht auf Erweiterungsmöglichkeiten waren also bestim-

[4]) P. Schuep u. M. Sollima, Rev. gén. Électr. 37 (1935) S. 799; Mc. Auley, Electr. J. 28 (1931) S. 47, u. a. m.



mend für die Wahl der Freiluftbauart. Als weiterer Vorteil ergab sich, daß für die Aufstellung der Prüfstücke ein weit reichlicherer Platz zur Verfügung gestellt werden konnte als bei reiner Innenraumbauart. Diese Vorteile sind natürlich dem Charakter eines Freiluftlaboratoriums entsprechend mit dem Nachteil verknüpft, daß der Generator bei Regen oder starkem Nebel nicht betriebsfähig ist. Der praktische Betrieb zeigt jedoch, daß die Störungen durch die Witterung erträglich sind. Dies hängt damit zusammen, daß der 3-Millionen-Volt-Generator von vornherein für die Prüfung ganz großer Versuchsstücke vorgesehen war, deren Bauzeit in den meisten Fällen viele Wochen, oft sogar Monate dauert. Bei solchen Zeiten ist es unerheblich, wenn bisweilen eine Prüfung um einen halben oder ganzen Tag verschoben werden muß.



1 Freiluft-Stoßgenerator für 3 Mill V
2 Innenraum-Stoßgenerator für 1 Mill V
3 Ladetransformator
4 Gleichrichteranlage
5 Schaltanlage
6 Regeltransformatoren
7 Prüftransformator
8 Beregnungseinrichtung
9 Kabelanschluß für Erregung der Transformatoren
10 Betonmaste
11 Schaltpult und Schalttafel
12 Dunkelkammer

Abb. 3. Lageplan des Freiluft- und Innenraum-Stoßprüffeldes.

Für die zur Anlage gehörigen empfindlichen Meßgeräte, Funkenstrecken, Versuchsaufbauten in offenen Ölgefäßen oder mit Papierisolation in Luft, die alle den länger dauernden Aufenthalt in der freien Luft nicht vertragen, sowie für die Mittel- und Niederspannungs-Schaltanlage einschließlich der Maschinen mußte jedoch ein überdachter Raum vorgesehen werden. Dieser, ein Teil einer größeren, noch zu anderen Zwecken dienenden Halle, stößt unmittelbar an das Freiluftlaboratorium und ist mit ihm durch ein großes Tor verbunden (Abb. 3). Die Warte ist in einem kleinen vorspringenden Häuschen untergebracht, von dem aus sowohl der Innen- wie der Freiluftteil bedient wird. Schienenstränge verbinden Außen- und Innenteil. Eines dieser Gleise führt ohne jede Krümmung durch die gesamten Transformatorenwerkstätten, so daß die größten Transformatoren auf ihren eigenen Rädern ohne Kurven herangerollt werden können. Kabel verbinden das Stoßprüffeld mit dem etwa 200 m entfernten Transformatorenprüffeld. Über sie können Transformatoren bis zu den größten Leistungen erregt werden. Durch Fernsteuerung ist es möglich, die Prüffeldmaschinen von der Warte der Stoßanlage aus zu regeln.

Als Stoßspannungsquelle für den Innenraum dient einmal der große Stoßgenerator, dessen Spannung bis etwa 1,5 Mill V durch das Tor nach innen geführt werden kann. Um jedoch von dem äußeren Generator und den Zufällen der Witterung ganz unabhängig zu sein, wurde auch im Innenraum ein kleiner Marxscher Stoßgenerator einfachster Bauweise aufgebaut. Als Kondensatoren wurden die 10 Kondensatoren benutzt, die als Reservekondensatoren für den Freiluftgenerator dienen. Sie wurden auf einer Treppe aus imprägniertem Holz aufgestellt und bilden, in der gleichen Weise wie der Freiluftgenerator geschaltet, einen Stoßgenerator für 1 Mill V Spannung und 7000 Ws Arbeitsvermögen. Der kleine Generator war einige Monate vor dem großen fertiggestellt und diente zugleich als Studienobjekt in bezug auf gewisse Unklarheiten, die für den großen Generator damals noch bestanden. Die Arbeitsteilung zwischen den beiden Generatoren ist so getroffen, daß die kleineren Versuchsstücke kleinerer und mittlerer Kapazität, soweit die Spannung ausreicht, mit dem kleinen Generator gestoßen werden und daß mit ihm die systematischen Stoffuntersuchungen, die Messung der Vorgänge beim Stoßen von Wicklungen und ähnliche Aufgaben erledigt werden. Der große Generator wird nur für die ganz großen Versuchsstücke benutzt, für die der kleine nicht ausreicht.

Außer dem kleinen Stoßgenerator enthält der Innenraum die Regeltransformatoren zum Liefern der Wechselspannung, die Schaltanlage, den Ladetransformator, die beiden Stoßgeneratoren gemeinsame Gleichrichteranlage zum Erzeugen der Ladespannung, die für Beregnungsversuche benötigte Anlage, die Meßfunkenstrecken und den Kathodenoszillograph. Die größten benutzten Meßkugeln haben nur einen Durchmesser von 1 m. Auf noch größere Kugeln wurde vorerst verzichtet. Die Messung der Spannungen ist vollständig auf die Verwendung von ohmschen, kapazitiven und gemischt ohmschen und kapazitiven Spannungsteilern und den Kathodenoszillograph abgestellt. Der von der Techn. Hochschule Berlin, Prof. Matthias, gebaute Kathodenoszillograph ist fahrbar. Die zu messenden, am Spannungsteiler abgegriffenen Spannungsvorgänge werden dem Kathodenoszillograph über ein Sonderkabel zugeführt. Für dieses Kabel sind in den Erdboden nach verschiedenen Stellen des Freiluft- und Innenlaboratoriums Betonröhren verlegt, in die das Kabel je nach dem Aufstellungsort des Prüflings eingezogen wird. Bei der Linienführung für diese Betonröhren ist mit besonderer Sorgfalt darauf geachtet, daß Störungen, die von der Generatorerde kommen, vermieden sind.

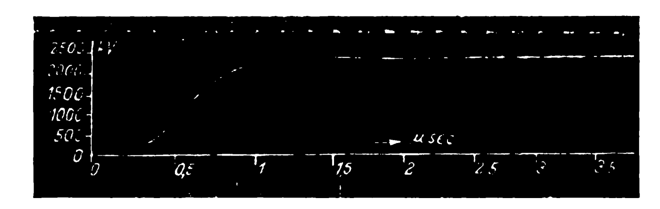


Abb. 4. Kathodenstrahl-Oszillogramm des Freiluftgenerators, aufgenommen mit ohmschem Spannungsteiler bei 2,5 Mill. V

Abb. 4 zeigt das Kathodenoszillogramm der Stoßwelle des großen Generators, aufgenommen mit einem ohmschen Spannungsteiler von 6000 Ω. Der Gesamtentladewiderstand war dabei einschließlich Spannungsteiler und Dämpfungswiderständen 7080 Ω; die Halbwertdauer der Welle ergibt sich damit zu 50 µs. Die wirksame Nebenkapazität des Generators wurde zu 700 pF, die Induktivität des Generators einschl. einer Entladeschleife von etwa 8 m Seitenlänge zu 0,06 mH gemessen. Einzelnes über diese Messungen soll später mitgeteilt werden.

Zusammenfassung.

Die neue Stoßanlage liefert eine Spannung von 3 Mill V bei einer Energie von 42 000 Ws. Die Schaltung des Generators ist die Marx-Schaltung. Er ist als Gerüst aus Porzellan und Stahl im Freien stehend ausgeführt. Die baulichen Gesichtspunkte werden besprochen. Mit der Freiluftanlage arbeitet ein Innenraumprüffeld zusammen, das einen weiteren kleineren Marxschen Stoßgenerator für 1 Mill V und 7000 Ws enthält.

Die Elektrotechnik auf der Fachausstellung für Städtereinigung in Frankfurt a. M.

621. 335. 9 : 628. 4 (064)

Die Ausstellung für Kraftfahrzeuge aller Art, die anläßlich des II. Internationalen Kongresses für Städtereinigung in Frankfurt a. M. vom 19. bis 23. 8. d. J. stattfand, war von 31 inländischen und 2 ausländischen Unternehmen beschickt worden. Von den 31 deutschen Unternehmen stellten 7 namhafte Unternehmen Elektrofahrzeuge aus. Einige Elektrowagen zeigten die für Straßenreinigungszwecke notwendigen besonderen Aufbauten, besonders Lastwagen. Es eignen sich, was betont sein soll, die Elektrowagen für alle im Straßenreinigungsbetrieb notwendigen Aufbauten genau so wie die mit Verbrennungsmotoren ausgerüsteten. Es ist für den Antrieb von Nebeneinrichtungen bei Müll-, Spreng-, Wasch-, Hub- und ähnlichen Wagen ein besonderer Vorteil der Elektrowagen, daß jederzeit der mitgeführten Batterie Strom für diese Einrichtungen, die mit Einzelantriebsmotoren versehen sind, zu entnehmen ist, was an einigen Wagen gezeigt wurde[1]).

Neben 1-, 2-, 2,5-, 3- und 3,5 t-Elektrolastwagen wurden auch neu entwickelte 4,5- und 6 t-Lastwagen gezeigt. Die neuen, größeren Wagen haben 2 bzw. 4 Einheitsbatterien seitlich angebaut mit Spannungen von 80 V bei kleineren und 160 V bei größeren Wagen über 3 t Tragfähigkeit. Es werden sowohl Stahl- als auch Bleiakkumulatoren verwendet, die mit genormten Abmessungen mit Rücksicht auf leichte Auswechselbarkeit zu erhalten sind. Die Fahrzeuge entwickeln mit Last eine Höchstgeschwindigkeit von 25 km/h und leer 30 km/h. Der Fahrtbereich nach einmaliger Ladung (300 Ah) beträgt fast bei allen gezeigten Fahrzeugen 60 bis 70 km. Alle Fahrzeuge sind mit den notwendigen Sicherheitseinrichtungen, wie sie bei Kraftwagen mit Verbrennungsmotoren vorgeschrieben sind, ausgerüstet und lassen sich genau so wie diese steuern. Einige Wagen haben außer der elektrischen Anlaßschaltung noch eine mechanische Untersetzung, mit deren Hilfe es möglich ist, den Elektromotor auch bei Bergfahrten mit einer für seinen Wirkungsgrad günstigsten Geschwindigkeit laufen zu lassen, außerdem eine oder mehrere Geschwindigkeitsstufen für Rückwärtsgang. Besonders zu erwähnen ist die Ausführung eines Anlaßhebels als Fußhebel, durch den ein dreipoliger Nockenschalter bequem mit dem rechten Fuß betätigt werden kann. Alle größeren Fahrzeuge haben *einen* im Rahmen federnd aufgehängten Hauptstrommotor, der über ein Differentialgetriebe normaler Bauart auf die Hinterräder arbeitet. Die Wagen besitzen meist eine Fuß-, eine Hand- und eine elektrische Bremse. Die Bedienung selbst der größten Wagen ist so einfach, daß jeder Nichtkundige sofort selbst fahren kann.

Die Akkumulatorenhersteller zeigen an Neuerungen eine positive Platte für Bleisammler, die in eine vollständige Tasche aus porös vulkanisiertem Hartgummi gesteckt wird. Der sonst übliche Schlammraum erübrigt sich hierdurch und die Höhe der Zelle kann niedriger gehalten werden. Das abfallende Bleisuperoxyd bleibt in der Tasche hängen und kann mit der negativen Platte keinen Kurzschluß herbeiführen. Als weitere Neuerung ist die Herstellung einer *engmaschigen* positiven Gitterplatte zu nennen, die sich besonders für Fahrzeugbatterien wegen ihrer hohen Widerstandsfähigkeit gegen Erschütterungen eignet. Ferner wurden Stahlsammler gezeigt in der bereits bekannten Ausführung. Für Fahrzeuge dürfte wegen der längeren Haltbarkeit der Stahlsammler dem Bleisammler meist vorzuziehen sein.

Bei der Fahrzeugvorführung wurden im Betriebe besondere Verwendungsmöglichkeiten der Fahrzeuge gezeigt und fast von allen Vertretern der Elektrowagenhersteller die allen Elektrofahrzeugen eigenen Vorteile gegenüber den Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren besonders hervorgehoben, die kurz zusammengefaßt folgende sind:

1. Für den Nah- und von Haus-zu-Haus-Verkehr ist das elektrische Fahrzeug das wirtschaftlichste;
2. für den unter 1 genannten Zweck bei häufigem Halten und Anfahren ist auch die mittlere Geschwindigkeit durch Lastwagen mit Verbrennungsmotor kaum zu übertreffen;
3. für das Elektrofahrzeug braucht kein ausländischer Treibstoff eingeführt zu werden;
4. die Lebensdauer der Elektrofahrzeuge ist mindestens doppelt so hoch wie bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor;
5. die Instandhaltungskosten sind gering und fallen auf Jahre hinaus gleichmäßig an;
6. die gesamten Betriebskosten sind im voraus genauestens zu ermitteln;
7. die Bedienung der Elektrowagen ist einfach und kann von jedem Laien in kürzester Zeit erlernt werden;
8. durch Benutzung des Nachtstromes der Eltwerke wird die Benutzungsdauer und damit auch die Wirtschaftlichkeit der Eltwerke verbessert;
9. im innerstädtischen Verkehr ist das Elektrofahrzeug das hygienisch einwandfreieste Verkehrsmittel;
10. durch stärkere Verwendung der Elektrofahrzeuge im innerstädtischen Verkehr können die stark lärmenden Zugmaschinen und Lastwagen (besonders die mit Zweitaktmotor) verdrängt und der Straßenlärm kann äußerst wirksam bekämpft werden.

Nicht nur die Behörden sind berufen, dem Elektrowagen weiteste Verbreitung zu verschaffen, sondern auch die privaten Unternehmen sind hierzu mit verpflichtet. Die Eltwerke sollten Tarife für das Laden von Elektrofahrzeugen herausbringen und in ihre eigenen Betriebe Elektrofahrzeuge einführen. Die allgemeine Einrichtung von Elektrotankstellen sollte mit der Einführung der elektrisch angetriebenen Fahrzeuge Schritt halten.

In den *Vorträgen* namhafter aus- und inländischer Fachleute wurden z. T. bemerkenswerte Ausführungen über die Verwendung von Elektrofahrzeugen in gemeindlichen Betrieben gemacht. C. *Schneider* (New Orleans, Louisiana) wies in seinem Vortrage darauf hin, daß die höheren Anschaffungskosten von Elektrofahrzeugen gegenüber Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren, die billigen Brennstoffe, die größeren Geschwindigkeiten der Benzinfahrzeuge und die größere Übung des Personals im Bedienen und Unterhalten der Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren für das seltene Antreffen der Elektrofahrzeuge in den V. S. Amerika veranwortlich sind.

In Frankreich schenkt man, wie M. G. *Chalumeau* (Lyon) in seinem Vortrag berichtete, dem Elektroantrieb für Fahrzeuge mehr Beachtung. Die Stadt Lyon befördert seit Jahren auch Personen mit Elektroomnibussen zur vollen Zufriedenheit. Private Transportunternehmen verwenden Elektrowagen und weitere 23 Städte in Frankreich sammeln das Hausmüll mit Elektrowagen ein. Nach den Erfahrungen mit Elektrowagen in Frankreich weist alles darauf hin, daß für die Zukunft die Elektrowagen ihren wirtschaftlichen Wert für den städtischen Dienst mehr und mehr bestätigen werden, insbesondere für die Müllabfuhr.

Im Straßenreinigungsbetrieb in deutschen Städten, so führt Dr. *Krause* (Hannover) in seinem Vortrag „Die Mülleinsammlung in Deutschland" aus, laufen Elektromobile unter den Großraumkraftwagen verhältnismäßig selten; dagegen ist das Elektromobil in der Müllabfuhr mit dem Wechseltonnensystem vorherrschend.

Es sind diese Ausführungen noch insofern zu ergänzen, als in Deutschland das Elektrofahrzeug, wie das bereits vorliegende umfangreiche Schrifttum vermittelt[2]), in beträchtlichem Umfange auch auf dem Gebiete der Straßenreinigung (Kehren, Waschen usw.) seit vielen Jahren Eingang gefunden hat.

Der II. internationale Kongreß für Städtereinigung bedeutet für die weitere Einführung der Elektrofahrzeuge zweifellos einen bemerkenswerten Schritt vorwärts, und wenn die bemerkten Anzeichen nicht trügen, läßt sich die Entwicklung in dieser Richtung nicht mehr aufhalten.

W. *Wegener*, Frankfurt a. M.

[1]) S. a. H. W. Leichsenring, ETZ 56 (1935) H. 34, S. 939.

[2]) Siehe Fußnote 1.



Oberwellen im Hochvoltnetz der ESAG.

Von Dr.-Ing. K. **Halbach**, Halle (Saale).

621. 311. 1. 018. 3

Übersicht. Einige wenige im Hochvoltnetz der Elektrizitätswerk Sachsen-Anhalt AG. (ESAG) nicht einwandfrei gelöschte Erdschlüsse ließen vermuten, daß Oberwellen in der Spannung vorhanden waren, welche die Löschung beeinträchtigten. Es wird über Versuche zur Feststellung der Oberwellen und ihrer Ursache berichtet. Dabei wird ein Weg zur Beseitigung der übermäßigen Höhe der Oberwellen gezeigt.

Mit der technischen Vervollkommnung von Hochspannungsübertragungen durch Schutzeinrichtungen treten zuweilen Wirkungen von vorher unbeachteten Erscheinungen auf, die das einwandfreie Arbeiten dieser Schutzeinrichtungen behindern können. Hierzu gehören beim Erdschlußschutz die vielfach in der Spannungskurve vorhandenen Oberwellen. Zu den nachfolgenden Versuchen über das Auftreten dieser Oberwellen im Hochvoltnetz der ESAG gaben verschiedene, trotz richtiger Kompensation der Grundwelle nicht einwandfrei gelöschte Erdschlüsse Veranlassung. Normalerweise wird der Erdschlußlöschschutz zur Kompensation des Erdschlußstromes der Grundwelle eingerichtet, so daß über die Erdschlußstelle bei genauer Abstimmung und rein sinusförmiger Spannungskurve nur die Wirkkomponente in Höhe bis zu etwa 5 % des Erdschlußstromes fließt. Ist die Spannungskurve verzerrt, d. h. sind Oberwellen in ihr vorhanden, so bedingen dieselben nochmals ihrerseits einen Erdschlußstrom, der durch die vorhandene Löscheinrichtung der Grundwelle nicht gelöscht werden kann. Der Erdschlußstrom der Oberwellen verursacht daher bei entsprechender Größe weiterhin diejenigen Störungen, welche man durch die Kompensation der Grundwelle beseitigen will. Besonders unangenehm ist dabei die Tatsache, daß der Erdschlußstrom bei gegebenen Kapazitäten mit der Frequenz wächst. Die im Netz der ESAG vor Einbau der Erdschlußspulen durchgeführten Messungen hatten ergeben, daß in der Spannungskurve eine 5. Oberwelle bis zu 10 % festzustellen war. Doch bestanden damals seitens der Lieferfirma des Löschschutzes keine Bedenken bezüglich der einwandfreien Löschung des Erdschlusses. Neuere Messungen im Dezember 1932 und Juni/Juli 1933 zeigen das zeitweilige Auftreten einer Spannung der 5. Oberwelle bis zu 12,5 % und einer Spannung der 7. Oberwelle bis zu 3 %.

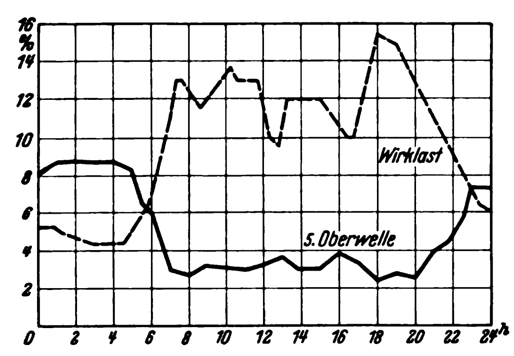


Abb. 1. Prozentualer Anteil der 5. Oberwelle an der Grundwellenspannung (31. 10. 1931).

Einen bemerkenswerten Verlauf der Spannung der 5. Oberwelle, gemessen mit einem anzeigenden Oberwellenmeßgerät der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen, zeigt Abb. 1. Das Netz der ESAG wurde am genannten Tage mit den Netzen der Elektrowerke AG. und der Berliner Städt. Elektrizitätswerke AG. (BEWAG) parallel gefahren. Der Oberwellen-Spannungsverlauf ist hier durch hohe Werte bei niedriger und niedrige Werte bei hoher Wirklast des Netzes gekennzeichnet. Bei Parallelbetrieb des Netzes nur mit dem der Elektrowerke ergab sich der Verlauf der Spannung der 5. Oberwelle nach Abb. 2. Hier ist der Verlauf über den Tag, unabhängig von der Wirklast des Netzes, konstant. Bei einem weiteren Schaltzustande des Netzes ergab sich ein Spannungsverlauf der Oberwelle nach Abb. 3. Er zeigt in bezug auf die Wirklast die umgekehrte Tendenz der Abb. 1. Aus diesen Abbildungen lassen sich Schlüsse über den Ursprung der 5. Oberwelle zunächst nicht ziehen.

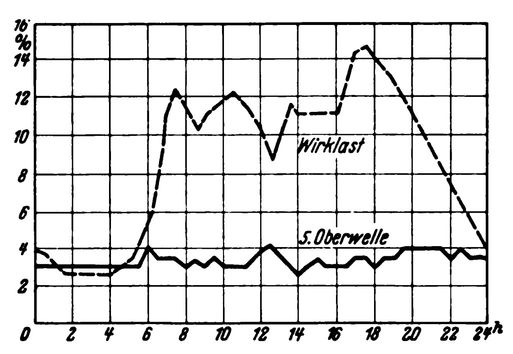


Abb. 2. Prozentualer Anteil der 5. Oberwelle an der Grundwellenspannung (5. 12. 1932).

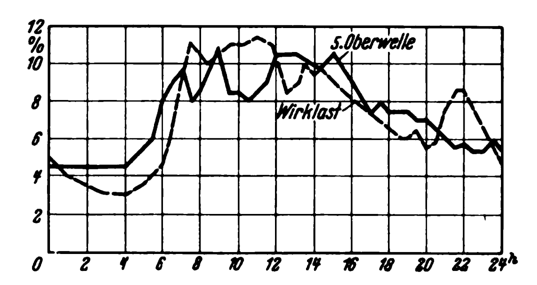


Abb. 3. Prozentualer Anteil der 5. Oberwelle an der Grundwellenspannung (30. 6. 1933).

Die Oberwellen in der Spannung können bekanntlich ihre Ursachen haben:

1. in der vom Generator erzeugten Spannungskurve,
2. in der verzerrten Stromkurve gewisser Verbraucher, bei welchen der verzerrte Strom einen verzerrten Spannungsabfall und damit eine verzerrte Spannungskurve hervorruft, nämlich
   a) bei eisengeschlossenen magnetischen Kreisen,
   b) bei Quecksilberdampf-Gleichrichtern,
   c) bei Glimmentladungen.
3. in der Resonanz der Netzinduktivitäten und -kapazitäten, wobei die Frequenz einer der vorhandenen Oberwellen mit der Eigenfrequenz des Netzes ungefähr zusammenfallen muß.

Ehe auf diese Einflüsse näher eingegangen wird, soll ein Versuch besprochen werden, der die Ursache für das Auftreten der größeren Werte der Spannung der 5. Oberwelle eindeutig festlegt. Die Eigenfrequenz f_n eines Netzes läßt sich aus den gesamten Netzinduktivitäten L und den Betriebskapazitäten C_b errechnen nach der Gleichung

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{L\,C_b}} . \qquad (1)$$

Wir nehmen dabei an, daß die größeren Werte der Spannung der 5. Oberwelle dadurch zustande kommen, daß eine durch Ursache 1. oder 2. bedingte geringfügige Erregerspannung einer Oberwelle den Schwingungskreis des Netzes anstößt und in Resonanz bringt. Die Höhe der Resonanzspannung ist dann von dem Grad der Übereinstimmung der Oberwellen- und der netzeigenen Frequenz und vom Grad der Dämpfung des Schwingungskreises abhängig. Ändern wir die Konstanten des Netzes L oder C_b, so müssen sich auch f_n und damit der Abstimmungsgrad und die Resonanzspannung ändern. Wir entschieden uns beim Versuch zur Änderung von C_b durch Abschaltung verschiedener 100 kV-Ringleitungen, da diese in der ausgeführten Bauweise als Oberwellenerreger nach Punkt 2c

nicht in Frage kamen und somit aus diesem Grunde eine Änderung der Oberwellenspannung nicht zu vermuten stand. Zu dem Versuche wurde ein Zeitpunkt gewählt, zu welchem der Oberwellengehalt der Spannungskurve bei unveränderten Netzverhältnissen als konstant anzusprechen war. Der Versuch zeigte eine wesentliche Verringerung der Spannung der 5. Oberwelle mit fortschreitender Abschaltung der Netzkapazitäten. Daraus konnte der Schluß gezogen werden, daß eine Resonanzoberwellenspannung vorlag, da sonst eine so wesentliche Veränderung der Oberwellenspannung nicht hätte erfolgen dürfen.

Der Resonanzkreis muß natürlich einen Anstoß durch eine Erregerspannung erfahren. Da die Spannung der 5. Oberwelle am stärksten ausgesprochen in Erscheinung tritt und anderseits die Transformatoren unserer Abnehmer mit einer Leistung von schätzungsweise 500 000 kVA einen erheblichen Magnetisierungsstrom aufnehmen, wird man die Erregerspannung für den Resonanzkreis aus dem Magnetisierungsstrom der 5. Oberwelle herleiten können. Für die Magnetisierungsleistung der Grundwelle der Mittelspannungstransformatoren ist ein Satz von 6,5 % entsprechend 32 500 BkW anzunehmen. Rechnet man weiter damit, daß die 5. Oberwelle im Magnetisierungsstrom mit 10 % auftritt, so ergibt dies, auf 50 kV bezogen, einen Strom von 37,5 A für die 5. Oberwelle. Für die Großtransformatoren des ESAG-Netzes mit ihrer in Betrieb befindlichen Leistung von 205 000 kVA bei im Mittel 2,5 % Magnetisierungsstrom beträgt der Strom der 5. Oberwelle, wiederum auf 50 kV bezogen, 6 A, also nur 16 % desjenigen der Transformatoren der Abnehmer. Berücksichtigt man dann weiter, daß die Reaktanzen für die 5. Oberwelle fünfmal größer als für die Grundwelle sind, so würde der Strom der 5. Oberwelle den gleichen Spannungsabfall (in einem kapazitätsfreien Netz) erzeugen wie ein Grundwellenstrom von 217 A [$5 \cdot (37{,}5 + 6) = 217$]. Es ist einleuchtend, daß diese Ströme Spannungsabfälle hervorrufen können, die als Erregerspannung der 5. Oberwelle des nicht in Resonanz befindlichen Netzes mit etwa 3 % gemessen wurden. Auch die Spannung der 7. Oberwelle wird in analoger Weise ihren Ursprung im Magnetisierungsstrom der Transformatoren haben, sie tritt jedoch hinter derjenigen der 5. Oberwelle erheblich zurück. Durch Messungen wurde weiterhin festgestellt, daß die Oberwellen im 100 kV- und 50 kV-Netz und den angeschlossenen Abnehmernetzen in gleicher Größenordnung auftraten und auch der tägliche Verlauf immer derselbe war.

Über die anderen Möglichkeiten der Oberwellenerregung läßt sich folgendes sagen. Die im Netz vorhandenen Turbogeneratoren sind praktisch oberwellenfrei, und etwa angeschlossene Quecksilberdampf-Gleichrichter bleiben mit ihrem Anschlußwert weit hinter demjenigen der Mittelspannungstransformatoren der Abnehmer zurück. Die Leitungen sind sämtlich als glimmfrei zu betrachten.

Der verschiedenartige tägliche Verlauf der Spannung der 5. Oberwelle in den Abb. 1 bis 3 erklärt sich folgendermaßen. Bei Veränderung des Netzschaltzustandes, z. B. durch Einschalten von Motoren und Transformatoren (Induktivitäten), wird das Netz einen Bereich von Eigenfrequenzen durchlaufen und kann dabei in das Gebiet derjenigen Oberwellenfrequenzen kommen, für welche in der Spannungskurve eine entsprechende Erregerspannung vorhanden ist. Zur Erläuterung dieses Vorganges sei ein schematisches Resonanzdiagramm eines Netzes in Abb. 4 wiedergegeben. Hiernach lassen sich die Spannungskurven der 5. Oberwelle von Abb. 1 bis 3 leicht erklären.

Mit der Arbeitsaufnahme in den Fabriken werden Transformatoren und Motoren eingeschaltet, wodurch sich der induktive Widerstand verringert. Dies bedeutet nach Gl. (1) eine Erhöhung der Eigenfrequenz des Netzes. Die Spannung der 5. Oberwelle wird sich bei Abb. 1 nachts etwa im Punkte A, Abb. 4, der Resonanzkurve der 5. Oberwelle befunden haben und ist auf dem rechten Ast der Kurve mit wachsender induktiver Blindlast (Wirklast und Blindlast verlaufen kurvenmäßig nahezu gleich) zwischen 5 h und 7 h morgens auf Punkt B heruntergeglitten. Bei fallender Blindlast setzte am Abend der umgekehrte Vorgang ein. Für Abb. 2 wird sich die Spannung der 5. Oberwelle auf der Resonanzkurve rechts vom Punkte B bewegt haben; eine Größenänderung mit Veränderung der Wirklast konnte also nicht eintreten. Für Abb. 3 lag dagegen der Bereich der 5. Oberwelle auf dem linken Ast der Resonanzkurve. Mit wachsender induktiver Blindlast stieg die Oberwellenspannung von Punkt C auf Punkt D an.

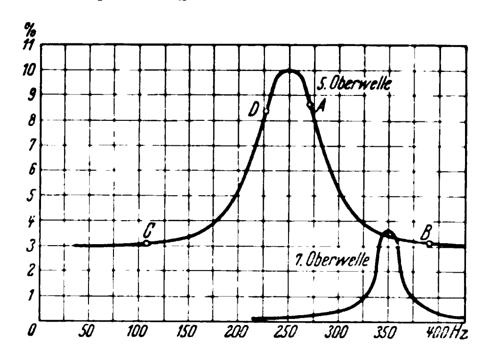


Abb. 4. Schematisches Resonanzdiagramm eines Netzes: Spannung der Oberwellen (in Prozent der Grundwelle) abhängig von der Netzeigenfrequenz.

Zur Verringerung der Spannung der 5. Oberwelle ist also der Schaltzustand — soweit dies der Betrieb zuläßt — so zu verändern, daß die Oberwellenspannung klein bleibt und damit ein einwandfreier Erdschlußschutz gewährleistet wird. Es ist aber dabei folgendes zu beachten. Bei einem Erdschluß tritt eine Vergrößerung der Gesamtleitungskapazität durch Überbrückung der erdgeschlossenen Phase auf. Dadurch tritt ebenfalls eine Änderung der Eigenfrequenz des Netzes ein, und zwar, wie sich aus Gl. (1) ergibt, eine Verkleinerung von f_n. Haben wir uns z. B. vor dem Erdschluß mit der Spannung der 5. Oberwelle in Punkt B Abb. 4 befunden, so wird beim Erdschlußfalle durch die Verkleinerung von f_n eine Erhöhung der Resonanzspannung durch Verschiebung in Richtung des Punktes A erfolgen. Wir haben daher zur Vermeidung sich erhöhender Resonanzspannungen im Erdschlußfalle darauf zu achten, daß die Oberwellenspannung des Netzes immer auf dem linken Ast der Resonanzkurve liegt, z. B. in Punkt C, wodurch dann bei Erdschluß eine weitere Verringerung der Oberwellenspannung eintritt.

Somit ergibt sich die allgemein gültige Regel:

Zur Verringerung der Resonanz-Oberwellenspannung gleichzeitig für Normalbetrieb und für den Erdschlußfall dürfen nur Leitungen (Kapazitäten) zugeschaltet oder Transformatoren (Induktivitäten) abgeschaltet werden.

Die Feststellung der Lage der Oberwellenspannung im Resonanzdiagramm läßt sich mit Hilfe eines Oberwellenmeßgerätes durch Zu- oder Abschaltungen von Leitungen oder Transformatoren leicht treffen. An der Beseitigung der Oberwellenspannung im Normalbetriebe hat man wegen der ungünstigen Auswirkung der Oberwellen auf die Dämpferwicklung der Generatoren und wegen der erhöhten Verluste im Leitungsnetz ein Interesse. Wird eine dauernde Überwachung der Oberwellen in der Spannungskurve durch Registrierinstrumente vorgenommen, so wird man in der Lage sein, durch Schaltzustandsänderungen die Oberwellen so gering zu halten, daß weder ungelöschte Erdschlüsse noch Schäden an den Generatorendämpferwicklungen zu befürchten sind.

Zusammenfassung.

Bei den im Hochvoltnetz der ESAG durchgeführten Versuchen wurden Werte der 5. Oberwelle bis zu 12,5 % der Grundspannung festgestellt. Die 5. Oberwelle hatte ihren Ursprung in den Magnetisierungsströmen vornehmlich der Mittel-/Niederspannungstransformatoren der belieferten Überlandwerke; ihre hohen Werte waren durch Resonanz mit der netzeigenen Frequenz bedingt. Es wird gezeigt, daß die übermäßige Höhe der Oberwellenspannung durch Schaltzustandsänderungen des Netzes nach einer besonderen Regel zwecks Vermeidung von Resonanz herabgesetzt werden kann, wodurch Nachteile der Oberwellen im Normalbetrieb vermieden und die Löschvorgänge im Erdschlußfalle gesichert werden.

Stand und Probleme der Röntgentechnik.

Von Dipl.-Ing. **Herbert Graf**, Erlangen.

621. 386. 1

Übersicht. Die Röntgentechnik, die früher den Namen Technik kaum verdiente, sondern mehr zur Laboratoriumsphysik zu rechnen war, ist in den letzten Jahren zu einem vollwertigen, aber durchaus eigenartigen Zweig der Elektrotechnik geworden. Der Aufsatz[1]) gibt einen Überblick über den derzeitigen Stand der Röntgentechnik und über die gegenwärtig im Vordergrund des Interesses stehenden, noch teilweise oder ganz ungelösten Probleme, wobei besonders auf die Dinge Wert gelegt ist, die eine Vergleichsmöglichkeit mit anderen Zweigen der Elektrotechnik bieten.

Die Röntgentechnik hat in den 40 Jahren ihres Bestehens eine große Entwicklung durchgemacht. Bei den heutigen Röntgenanlagen führt man der Röntgenröhre, die nicht mehr eine Gasentladungsröhre, sondern eine Hochvakuum-Elektronenröhre ist, gleichgerichtete Hochspannung zu, die mit Hochspannungstransformatoren und Glühkathoden-Ventilröhren erzeugt wird. Man benutzt in der Medizin hauptsächlich zwei Härtebereiche der Röntgenstrahlen, und zwar für Untersuchung und Oberflächenbestrahlung verhältnismäßig weiche (langwellige) Strahlen, zu deren Erzeugung etwa 50 bis 100 kV Röhrenspannung ausreichen, für Tiefenbestrahlung dagegen harte (kurzwellige) Strahlen, zu deren Herstellung man 160 bis 200 kV benötigt (die kV-Angaben beziehen sich, wie allgemein in der Röntgentechnik üblich, auf Scheitelwerte der Spannung). Bei den neuzeitlichen Anlagen für Tiefenbestrahlung benutzt man nicht einen Transformator für die volle Betriebsspannung, sondern eine Spannungsvervielfachungsschaltung mit Kondensatoren und Ventilröhren. Die Schalt-, Regel- und Meßmittel sind gewöhnlich in einem fahrbaren Pult zusammengefaßt. Das neuzeitliche Röntgen-Untersuchungsgerät, das die Röhre, den Leuchtschirm und die Filmkassette trägt und dazu dient, den Patienten in allen Körperlagen und Strahlenrichtungen zu untersuchen, ist eine höchst verwickelte, technisch weit durchgebildete Maschine (Abb. 1). Grundsätzlich einfacher ist eine Einrichtung für Röntgenbestrahlungen, bei

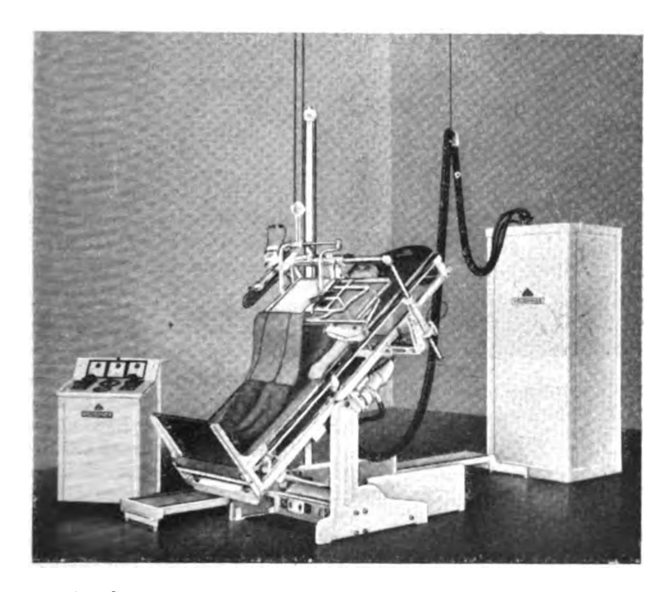


Abb. 1. Röntgenuntersuchungsanlage (Heliophos und Tele-Pantoskop). Im Metallschrank rechts befindet sich der Hochspannungstransformator mit dem Ventilröhrengleichrichter, Kühleinrichtung für die Röntgenröhre usw.

der häufig der aus Transformator, Hochspannungsventilen und Kondensatoren bestehende Generator mit dem allseitig verstellbaren Röhrenträger zu einer Einheit zusammengebaut ist (Abb. 2).

[1]) Auszug aus einem Vortrag vor dem Gau Ruhr-Lippe des VDE in Essen am 13. 3. 1935.

Bei den heute errichteten Röntgenanlagen wendet man durchweg vollständigen Hochspannungs- und Strahlenschutz an, d. h. es sind alle Hochspannung führenden Teile der Berührung entzogen und am besten durch eine lücken-

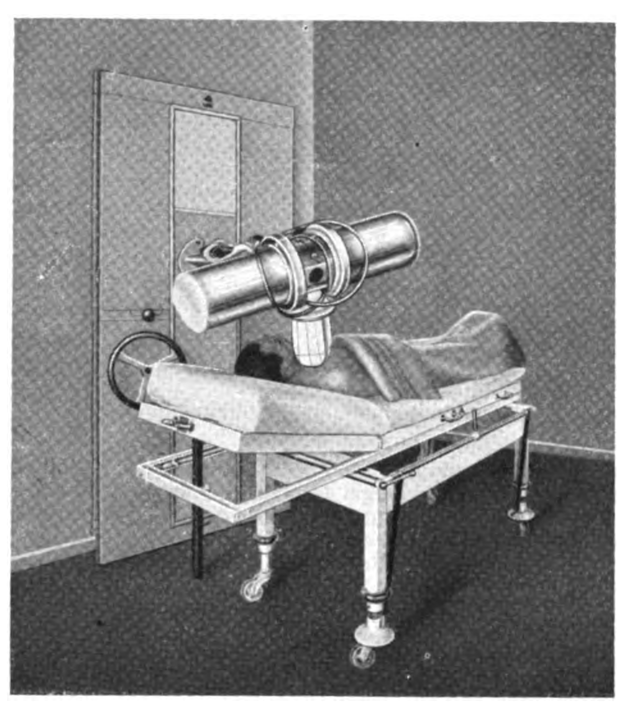


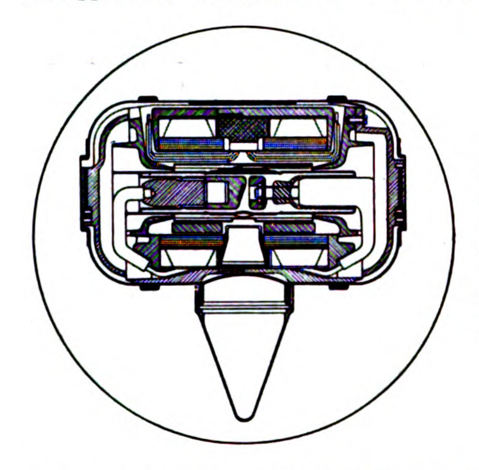
Abb. 2. Röntgenbestrahlungsanlage (Tuto-Stabilivolt). Der Hochspannungsgenerator ist bei dieser Ausführung hinter der Trennwand in einem besonderen Raum aufgestellt.

lose, im Betrieb geerdete Metallhülle umgeben. Die in allen Richtungen von der Anode der Röntgenröhre ausgehende Strahlung wird durch Schwermetallschirme teils in der Röhre selbst, teils in der Wandung des Röhrenbehälters so weit absorbiert, daß praktisch nur der eng begrenzte Nutzstrahlenkegel austreten kann. Da die Röhre leicht beweglich bleiben muß, ist es sehr wichtig, daß die Röhrenhaube kleine Abmessungen erhält. Bei der Tutohaube ist dies z. B. dadurch erreicht, daß das elektrische Feld zwischen den Hochspannungspolen und der äußeren geerdeten Metallhülle praktisch vollständig in hochwertigem Porzellan verläuft und die Glashälse der Röntgenröhre in feldfreien Räumen liegen. Eine andere Lösung der Aufgabe, die zuerst in Amerika und Frankreich angewendet wurde, ist die Verwendung von Öl als Isoliermittel in der Röhrenhaube.

Da man zur Erzielung vollständigen Hochspannungsschutzes auch die Hochspannungszuleitungen zur Röntgenröhre gefahrlos berührbar machen muß, verwendet man als Hochspannungsleitungen die in der Starkstromtechnik bekannten Bleimantelkabel mit ölgetränktem Papier als Dielektrikum. Um die allseitige Beweglichkeit der Röntgenröhre nicht zu beeinträchtigen, muß man jedoch in der Nähe der Röhrenhaube von diesen Bleimantelkabeln zu wesentlich biegsameren Kabeln übergehen. In Europa hat man zu diesem Zweck Hochspannungsgummikabel entwickelt, während man in Amerika bisher ölgetränkte Baumwollkabel benutzt hat. Die größte Schwierigkeit bei den Gummikabeln bestand darin, zwischen dem biegsamen Dielektrikum und der äußeren Metallhülle überall einen so innigen Kontakt herzustellen, daß nirgends der geringste Lufteinschluß vorkommt, der in kürzester Zeit zu einem Kabeldurchschlag führen würde.

Technische Aufgaben zur medizinischen Röntgenuntersuchung.

Um nicht nur im Röntgeninstitut, sondern auch am Krankenbett, am chirurgischen Operationstisch, in der Unfallstation oder in der Wohnung des Patienten usw. Röntgenaufnahmen oder kurzzeitige Röntgendurchleuchtungen vornehmen zu können, hat man möglichst kleine und leichte, bequem transportable Röntgeneinrichtungen geschaffen. Die neuesten, interessantesten Lösungen dieser Aufgabe, die an Kleinheit der Abmessungen bei großer Leistung kaum mehr zu überbieten sind, sind der Centralix-Apparat (Abb. 3), bei dem die Röntgenröhre in einer zentralen Aussparung des Transformatorkerns angeordnet ist, und die Röntgenkugel (Abb. 4 und 5), bei der die gesamte Apparatur, also der Hochspannungstransformator und die Röntgenröhre für 60 kV in einem Kugelgehäuse von nur 22 cm Dmr. untergebracht sind. Die Röntgenkugel wiegt dabei nur etwa 12 kg. Erreicht sind diese kleinen Abmessungen und das niedrige Gewicht durch eine ganz eigenartige Transformatorkonstruktion, bei der der gesamte verfügbare Raum weitgehend von aktivem Material (Eisen und Kupfer) ausgefüllt ist.

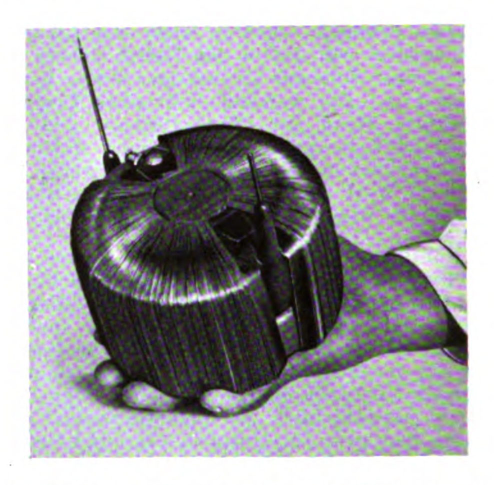

Abb. 3. Centralix-Apparat; Schnittskizze, die die Anordnung der Röntgenröhre in einer zentralen Aussparung des Transformatorkernes erkennen läßt.

Bei der röntgenographischen Darstellung der spontan und rhythmisch bewegten Organe (Herz und Lunge, Verdauungsorgane) darf die gesamte Aufnahmedauer nur einen sehr kleinen Bruchteil einer Sekunde betragen, damit die Bewegungsunschärfe nicht zu groß wird. Von der in der Röntgenröhre verbrauchten elektrischen Leistung wird nun nur ein sehr kleiner Teil (bestenfalls wenige Tausendstel) in Röntgenstrahlenenergie umgesetzt, und auch von dieser kann wieder nur ein kleiner Teil für die Filmschwärzung nutzbar gemacht werden. Nahezu die gesamte elektrische Leistung wird in der Röntgenröhre in nutzlose Wärme verwandelt.


Abb. 4. Röntgenkugel bei einer Unterarmaufnahme an einem Tischstativ.

Wegen dieses sehr schlechten Wirkungsgrades der Röntgenstrahlenerzeugung und -ausnutzung muß man z. B. für eine Lungenfernaufnahme in $^1/_{10}$ s unter bestimmten Bedingungen die Röntgenröhre mit 40 kW belasten. Das bedingt aber einen verhältnismäßig großen Brennfleck, selbst wenn man eine Erhitzung der aus Wolfram bestehenden Anode durch den Elektronenaufprall im Brennfleck während dieser Zehntelsekunde bis auf nahezu 3000 ° zuläßt. (Der Schmelzpunkt des Wolframs liegt bei 3400 °). Ein so großer Brennfleck vermag aber kein feingezeichnetes Bild zu geben. Macht man ihn kleiner, so ist er nicht so hoch belastbar, man muß infolgedessen die Aufnahmezeit verlängern und dadurch eine größere Bewegungsunschärfe in Kauf nehmen.

Hier ist nun in neuester Zeit durch die sog. Drehanodenröhren ein bedeutender Fortschritt erzielt worden. Bei diesen Röhren ist die Anode ein Rotationskörper aus Wolfram, der beispielsweise mit nahezu 3000 U/min im Hochvakuum angetrieben wird. Er bildet zu diesem Zweck den Läufer eines Asynchronmotors, während der Ständer außerhalb der Röntgenröhre angeordnet ist. Liegt der


Abb. 5a. Hochspannungstransformator der Röntgenkugel. Die eigenartig gebogenen Bleche des Eisenkerns umgeben den ringförmigen Wicklungskörper fast auf dem gesamten Umfang.

Brennfleck z. B. auf einem Kreis von 8 cm Dmr., so bewegt sich die Wolframanode unter dem räumlich stillstehenden Brennfleck mit einer Geschwindigkeit von über 10 m/s. Man kann auf diese Weise, wenn man wieder das Wolfram bis zur höchst zulässigen Temperatur beansprucht, einen Brennfleck bestimmter Größe etwa 12mal so hoch belasten wie bei stillstehender Anode. Der wirksame Brennfleck einer Drehanodenröhre, der während einer Zehntelsekunde mit 40 kW belastet werden kann, hat nicht viel mehr als 1 mm Dmr. Nun erst ist es möglich, ganz scharf gezeichnete Aufnahmen in allerkürzester Zeit zu erhalten.


Abb. 5b. Röntgenröhre der Röntgenkugel. Betriebsspannung 60 kV (unter Öl).

Mit $^1/_{10}$ s Expositionszeit ist nun aber das Ziel einer wirklichen Röntgen-Momentaufnahme noch keineswegs erreicht. Um z. B. bei einer Lungenaufnahme die durch die Pulsation der Blutgefäße verursachte Unschärfe vollständig zu beseitigen, muß die Dauer der Aufnahme auf weniger als $^1/_{100}$ s herabgesetzt werden. Mit der heute üblichen Primärschaltung, d. h. mit einem elektromagnetisch betätigten Schütz im Primärkreis des Hochspannungstransformators für die Aufnahmeschaltung, läßt sich dieses Ziel nicht erreichen. Hierfür kommt allein die rein elektrische, trägheitslose Sekundärschaltung in Betracht, d. h. das unmittelbare Einschalten und Unterbrechen des Röntgenröhrenstromes mit Hilfe einer gittergesteuerten Elektronenröhre.



Da die für eine Aufnahme benötigte elektrische Leistung umgekehrt proportional mit der Expositionszeit ansteigt, würden die Stoßbelastung des Netzes und der Spannungsabfall in den Zuleitungen unzulässig groß werden, wenn man, wie heute allgemein üblich, die Röntgenröhre über Transformator und Ventilgleichrichter bei der Aufnahme unmittelbar an das Netz anschließen würde. Deshalb wird die gestellte Aufgabe praktisch nur mit einem Kondensatorentladungsapparat gelöst werden können, bei dem ein Hochspannungskondensator großer Kapazität ver-



hältnismäßig langsam, also bei geringer Netzbelastung aufgeladen und dann bei der Röntgenaufnahme in sehr kurzer Zeit über die Röntgenröhre mehr oder weniger entladen wird.

Technische Aufgaben zur Röntgenbestrahlung.

Die zweite Anwendungsart der Röntgenstrahlen in der Medizin ist die Bestrahlung zur Bekämpfung des Krebses und anderer Krankheiten. Dabei wendet man, wie erwähnt, bisher im allgemeinen Röhrenspannungen zwischen 160 und 200 kV an, wenn es sich um sog. Tiefentherapie, d. h. Bestrahlung tiefliegender Krankheitsherde, handelt. Den weichen (langwelligen) Anteil der Strahlung, der nicht genügend durchdringungsfähig ist, beseitigt man durch Vorfilterung mit Kupfer.

Neuerdings hat man nun vielfach versucht, die Betriebsspannung wesentlich zu erhöhen, und zwar auf 500 oder wenn möglich 1000 kV. Anlaß hierzu waren zunächst die Erfolge bei der Krebsbehandlung mit Radium. Die mittlere Wellenlänge der Radium-Gammastrahlung entspricht aber der mittleren Wellenlänge einer mit etwa 900 kV erzeugten Röntgenstrahlung. In Deutschland durchgeführte Versuche haben zwar ergeben, daß in der biologischen Wirkung der Radiumstrahlen und der mit etwa 200 kV erzeugten Röntgenstrahlen bei gleicher Dosis kein Unterschied besteht, die Erhöhung der Spannung hat aber noch den Vorteil, daß man sehr große Strahlenintensitäten erhalten, in großem Abstand, mit sehr starker Vorfilterung bestrahlen und dadurch einen geringen Abfall der Strahlendosis mit zunehmender Körpertiefe erzielen kann, denn der Wirkungsgrad der Röntgenstrahlenerzeugung und die Durchdringungsfähigkeit der Strahlen nehmen mit der Röhrenspannung stark zu.

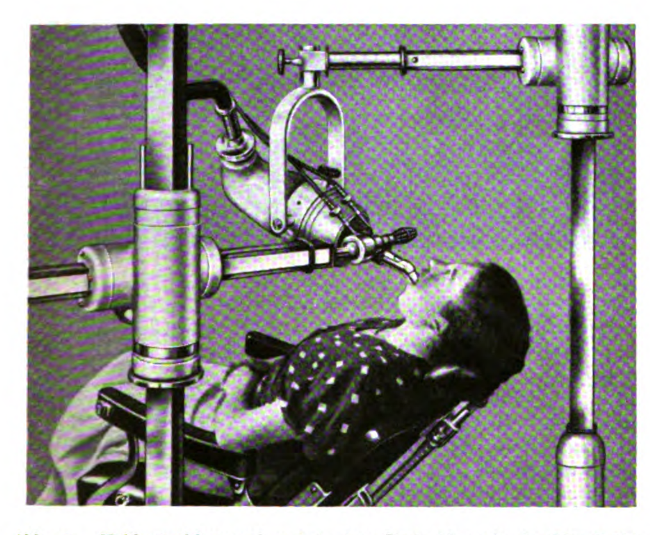


Abb. 6. Nahbestrahlungsanlage bei einer Bestrahlung in der Mundhöhle. Links oben sieht man das Gummikabel, das die Hochspannung der allseitig berührbaren Röntgenröhrenhaube zuführt, sowie die Leitungen für die Wasserkühlung der Anode.

Anlagen für derartig hohe Betriebsspannungen (zwischen 600 und 800 kV und darüber) sind bisher hauptsächlich in den V. S. Amerika errichtet worden. In diesen Anlagen verwendet man nicht abgeschmolzene Hochvakuum-Röntgenröhren, sondern Röhren, die im Betriebe ständig evakuiert werden müssen, und zwar entweder Röhren aus Porzellan oder aus mehreren Glasringen zusammengesetzte Röhren mit Potentialsteuerung der Zwischenringe, die den Entladungsraum in Abständen umgeben. Die Anode, von der die Röntgenstrahlen ausgehen, ist geerdet und durch strömendes Wasser gekühlt. In Europa ist man auf diesem Wege nur zögernd gefolgt. Es gibt erst wenige Anlagen für so hohe Spannungen. In erster Linie sind die Anlagen in der Charité und neuerdings im Rudolf-Virchow-Krankenhaus in Berlin zu nennen, in denen abgeschmolzene Hochvakuum-Röntgenröhren mit Röhrenspannungen zwischen 500 und 600 kV betrieben werden. In jüngster Zeit hat man auch vollständig hochspannungs- und strahlensichere Behälter für 400 und 600 kV geschaffen, in denen die Röntgenröhre in Öl eingebettet ist. Das 400 kV-Gerät mit einer Tutohaube aus Porzellan ist dem in Abb. 2 gezeigten 200 kV-Gerät ganz ähnlich, nur von entsprechend größeren Abmessungen. Auch hier wird die Hochspannung durch biegsame Gummikabel zugeführt, von denen also jedes mit 200 kV Spannung zwischen Seele und geerdeter Metallhülle betrieben wird.

Der Strahlenschutz ist bei diesen hohen Spannungen wegen der erforderlichen großen Bleimengen eine schwierige Aufgabe. Während bei Untersuchungsgeräten mit 100 kV Betriebsspannung 1,5 mm starkes Blei, bei Tiefentherapiegeräten mit 200 kV Betriebsspannung 4 mm starkes Blei ausreichen, muß die Bleischutzschicht bei 300 kV etwa 9 mm, bei 400 kV 15 mm, bei 500 kV 25 mm und bei 600 kV etwa 40 mm stark sein.

In Deutschland hat man nun in neuester Zeit nicht die biologisch bedeutungslose Kurzwelligkeit der Radium-Gammastrahlung, sondern eine andere für die medizinische Anwendung vorteilhafte Eigenschaft des Radiums, nämlich die Möglichkeit, die Strahlenquelle in unmittelbare Nähe des Krankheitsherdes zu bringen, durch eine Röntgeneinrichtung nachzuahmen versucht. Dadurch hat man, weil ja die Strahlenintensität einer punktförmigen Quelle quadratisch mit dem Abstand abnimmt, erreicht, daß das unmittelbar anliegende kranke Gewebe eine sehr starke Dosis erhält, das weiter abliegende gesunde Gewebe dagegen sehr stark geschont wird. Dies ist aber für den Heilungsprozeß von großer Bedeutung. Bei diesen sog. Nahbestrahlungseinrichtungen (Abb. 6) wird die Anode, von der die Röntgenstrahlung ausgeht, geerdet und mit fließendem Wasser gekühlt, so daß man sie unmittelbar an den Krankheitsherd heranbringen kann.

Stoffuntersuchung mit Röntgenstrahlen.

Die wichtige Eigenschaft der Röntgenstrahlen, die Stoffe je nach ihrer Dichte und der Ordnungszahl ihrer Elemente verschieden stark zu durchdringen und so auf dem Leuchtschirm oder der photographischen Schicht ein Schattenbild der Innenstruktur des Objekts zu erzeugen, nutzt man ebenso wie in der Medizin auch bei der Stoffuntersuchung aus. Diese sog. Grobstrukturuntersuchung mit Röntgenstrahlen hat gegenüber den meisten anderen Untersuchungsverfahren den Vorteil, daß der Stoff bei der Untersuchung nicht zerstört oder angegriffen wird, und eignet sich daher zur Prüfung hochbeanspruchter fertiger Teile, z. B. zur Prüfung von Schweißnähten an Kesseln, zur Untersuchung von Gußteilen auf Gaseinschlüsse (Lunker), Untersuchung von Wärmerissen, von Preßteilen u. a. m. Interessant ist es, daß in den V. S. Amerika seit 1933 gesetzliche Vorschriften bestehen, die die Röntgenprüfung aller elektrischen Schweißungen an Hochdruckkesseln verlangen.

Die bei dieser Stoffdurchstrahlung benutzten Röntgeneinrichtungen sind grundsätzlich die gleichen wie bei der medizinischen Bestrahlung und unterscheiden sich von diesen nur durch ihre technische Durchbildung für den rauhen Werkstattbetrieb. Namentlich auch für Untersuchungen im Freien, für Schweißnähte an Rohrleitungen, Brücken[2]) usw. mußte die ganze Einrichtung in abgeschlossene, widerstandsfähige und bequem verfahrbare Einheiten unterteilt werden, die schnell zusammengesetzt und betriebsfähig gemacht werden können. Neuerdings bestehen auch auf dem Gebiete der Grobstrukturuntersuchung Bestrebungen, die Röhrenspannung über 200 kV zu erhöhen, um noch größere Dicken von Werkstoffen (z. B. Eisenbeton) durchstrahlen zu können und die Aufnahmezeiten abzukürzen. In Deutschland wird z. B. eine derartige Anlage für 450 kV bei der Reichsbahn betrieben[2]).

In der Stoffuntersuchung spielt aber noch eine andere Art der Röntgenstrahlenanwendung eine sehr wichtige Rolle, das ist die Feinstrukturuntersuchung und schließlich die Röntgenspektralanalyse, die beide auf der Entdeckung von Laues über den Wellencharakter und die Interferenzfähigkeit der Röntgenstrahlen an Kristallen beruhen. Bei der Feinstrukturuntersuchung ermittelt man die Kristallstruktur eines Stoffes mit Röntgenstrahlen bekannter Wellenlänge, während bei der Spektralanalyse die Wellenlängen der Eigenstrahlung eines zu diesem Zweck als Röntgenanode benutzten Stoffes mit einem Kristall von bekannten Gitterkonstanten untersucht werden. Beide Verfahren haben sich in den letzten Jahren als hervorragende Hilfsmittel für die Atomforschung erwiesen. Darüber hinaus hat aber namentlich die Feinstrukturunter-

[2]) Vgl. ETZ 56 (1935) H. 15, S. 425.

suchung in der praktischen Stoffprüfung auf den verschiedensten Gebieten Eingang gefunden. Man kann durch Ausmessung der Interferenzbilder nicht nur die atomare Zusammensetzung eines Stoffes analysieren, sondern auch die gegenseitigen Bindungen der Atome, die den Feinbau des Stoffes bedingen, genau studieren. Und zwar genügen hierzu die kleinsten Kristallite, aus denen, wie wir heute wissen, nahezu alle Stoffe, auch die äußerlich amorph erscheinenden, sich zusammensetzen. Selbst die räumliche Anordnung der Atome in den großen organischen Molekülen kann auf diesem Wege untersucht werden.

Als Beispiele für die von der Röntgen-Feinstrukturuntersuchung befruchteten Forschungsgebiete seien die Legierungskunde genannt, deren wissenschaftliche Grundlagen in weitem Maße erst mit Hilfe der Röntgenstrahlen geschaffen wurden, die Aufstellung und wissenschaftliche Deutung von Zustandsdiagrammen, die Untersuchung von Problemen der Metallvergütung und neuerdings auch die Korrosionsforschung. Von besonderer Bedeutung für die praktische Technik sind weiter die Röntgenuntersuchung der Texturen oder Faserstrukturen, d. h. der von den Kristalliten im Stoff bevorzugten Lagen, die in einer bestimmten Beziehung zur Bearbeitungsrichtung stehen, sowie die sog. Spannungsmessung, oder besser gesagt der röntgenographische Nachweis elastischer Verformungen infolge äußerer oder innerer Spannungen (Wärmespannungen oder Spannungen infolge Zug- oder Druckbeanspruchung). Hierfür genügt die Untersuchung der Oberfläche nach dem sog. Rückstrahlverfahren, bei dem der Stoff in keiner Weise beschädigt werden muß. Daß auch die Röntgeneinrichtungen für die Feinstrukturuntersuchung, bei der

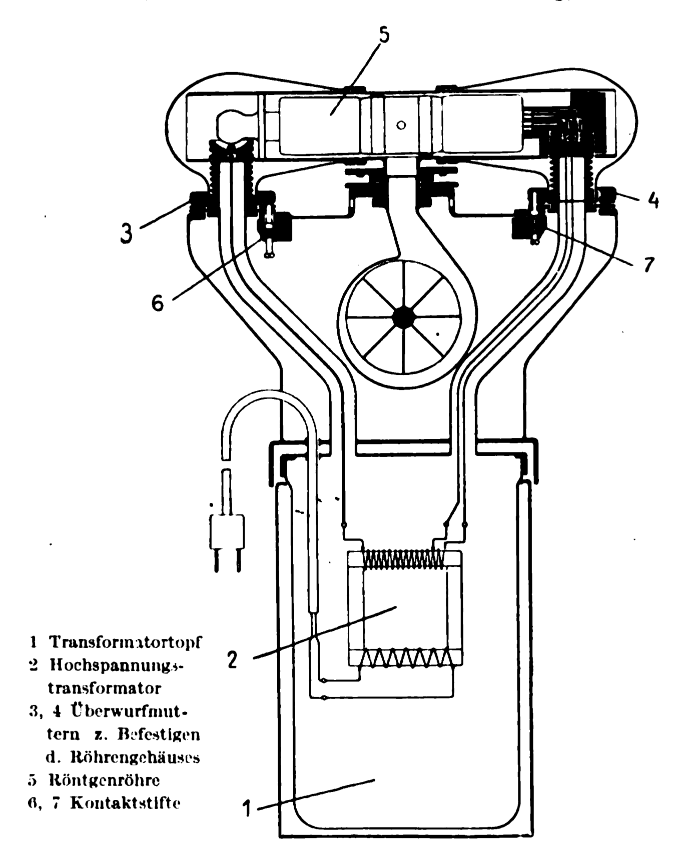


Abb. 7. Mikro-Metalix-Apparat. Unten befindet sich der Hochspannungstransformator im Ölkessel, oben die Röntgenröhre in ihrer Schutzhaube. In der Mitte zwischen den Hochspannungsleitungen ist ein Luftgebläse zum Kühlen der Röntgenröhre angeordnet.

man meist schon mit etwa 50 kV Röhrenspannung auskommt, heute nicht mehr verwickelte und empfindliche Laboratoriumsgeräte, sondern einfache und robuste Werkstattgeräte sind, zeigen die Abb. 7 und 8.

Wenn es neuerdings beliebt ist, auf die geringen Erfolge bei der Krebsbekämpfung mit Röntgenstrahlen hinzuweisen und sich mit dem Problem zu beschäftigen, ob vielleicht besser geeignete Strahlen an ihre Stelle treten können, und zwar entweder mit mehreren Millionen Volt erzeugte schnelle Kathodenstrahlen oder auch Neutronenstrahlen, die uns die jüngste Atomforschung beschert hat, so ist dem eine gewisse Berechtigung nicht abzusprechen. Mag also die fernere Zukunft der Röntgenstrahlen als therapeutisches Hilfsmittel im Ungewissen liegen, so läßt

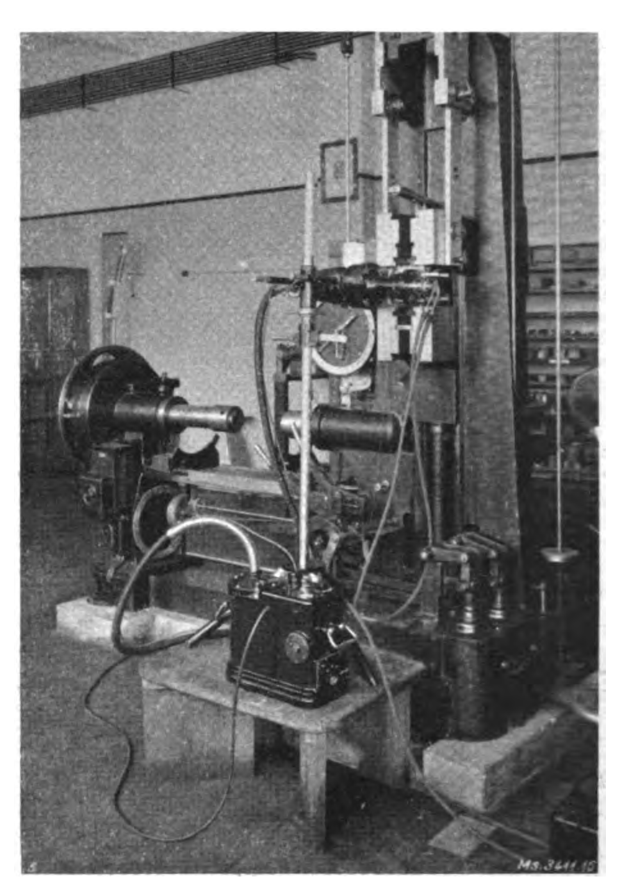


Abb. 8. Feinstruktur-Kleinapparat bei Untersuchungen an einer eingespannten Zerreißprobe. Die Röntgenröhrenhaube ist hier an einem Verlängerungsstativ angebracht und durch ein Hochspannungsgummikabel mit dem Transformator verbunden.

sich doch über die Zukunft der Röntgenstrahlen als diagnostisches Hilfsmittel, und zwar sowohl in der Medizin als auch in der Stoffprüfung, mit der größten Gewißheit eine zunehmende Anwendung und allgemeine Verbreitung voraussagen.

Zusammenfassung.

Die heutige Röntgentechnik stellt — abgesehen von den bei ihr vorliegenden Sonderaufgaben, wie z. B. der Forderung nach ausreichendem Strahlenschutz — ganz ähnliche Aufgaben, wie sie auch in anderen Gebieten der neuzeitlichen Elektrotechnik, namentlich der Hochspannungstechnik, vorkommen. Die Lösungen sind jedoch insofern eigenartig, als in allen Fällen die Forderung nach kleinen Abmessungen, niedrigem Gewicht und leichter Beweglichkeit erfüllt werden mußte.

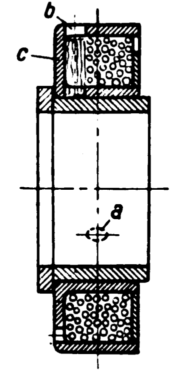
Bei den Einrichtungen für Röntgenuntersuchung, und zwar für Momentaufnahmen, kommt hinzu, daß erhebliche Leistungen mit größter Genauigkeit in so kurzen Zeiten ein- und ausgeschaltet werden müssen, wie das in keinem anderen Zweig der Elektrotechnik der Fall ist. Bei Einrichtungen für Röntgenbestrahlung kommen so hohe Spannungen vor, wie sie sonst in der Elektrotechnik nur für Prüfzwecke, nicht aber für Nutzzwecke, also im langdauernden Betrieb angewendet werden. Die Stoffuntersuchung mit Röntgenstrahlen ist ein für sehr viele Zweige der Technik außerordentlich wertvolles Hilfsmittel, dessen Anwendungsgebiet erst zu einem kleinen Teil erschlossen ist und dessen Bedeutung und Wert ständig wachsen.

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

621. 313 : 534. 7 **Geräuschlose Motorlager.** — Um einen Ersatz für die wegen ihrer Laufgeräusche häufig als störend empfundenen Wälzlager zu erhalten, hat man neuartige Gleitlager entwickelt, die in ihren äußeren Abmessungen völlig mit denen der Wälzlager übereinstimmen und praktisch geräuschlos sind. Die Gesichtspunkte, denen diese Lager entsprechen mußten, waren: Geräuschloser Lauf, gleiche Abmessungen wie die der bisherigen Wälzlager, um wahlweise beide Lagerarten verwenden zu können, gleiche Belastbarkeit, wie die entsprechender Wälzlager und möglichst lange Abstände für das Schmieren. Hinsichtlich der Geräuschlosigkeit ist das Gleitlager eine ideale Lösung, da eine große Auflagefläche bei guter Schmierung durch den Schmierfilm geräuschdämpfend wirkt. Hierdurch wird nicht nur ein Lagergeräusch vermieden, sondern auch von der Maschine herrührende Geräusche, wie beispielsweise Magnetgeräusche, werden gedämpft.

Um die Abstände für das Schmieren möglichst groß wählen zu können, nutzte man die zur Verfügung stehende Lagerhöhe für die Unterbringung einer größeren Ölmenge aus. Wie Abb. 1 zeigt, wurde ein rund um die Lagerschale laufender Hohlraum mit losem Baumwollzopf gefüllt. Von dem Hohlraum führen Schmierdochte durch Durchbohrungen der Lagerschale und berühren den Lagerzapfen, so daß für eine ständige Schmierung der Gleitfläche gesorgt ist. Vor dem Einbau muß das fertig zusammengebaute Lager völlig mit nicht harzendem Öl getränkt werden. Ohne Nachfüllung reicht dieser Schmiervorrat für 1000 bis 3000 Betriebsstunden aus. Gegenüber der sonstigen Ölschmierung der Gleitlager hat diese Dochtschmierung den Vorzug, daß die Motoren geschmiert zum Versand gebracht werden können, ohne daß ein Ausfließen von Öl zu befürchten ist. Wie aus der Abb. 1 hervorgeht, besteht das Lager aus einer Laufbuchse aus Sonderlagerbronze, deren Lauffläche neuzeitliche Feinstbearbeitung erhalten hat, und aus einem U-förmigen Stahlring, der seitlich durch einen Deckel aus Blech verschlossen wird und reichlich mit Öl getränkten Baumwollzopf enthält. An der Stelle *a* berührt ein geklöppelter Sonderdocht aus Baumwolle den Lagerzapfen. Die Lagerbuchse enthält keinerlei Schmiernuten. Öl kann durch die Öffnung *b* nachgefüllt werden. — Derartige Lager sind schon für solche Fälle verwandt worden, in denen es darauf ankam, Geräusche zu vermeiden, wie beispielsweise Haushaltsmaschinen, Verdichterantriebe, Aufzugsmotoren usw. Störende Geräusche haben sich auch in unmittelbarer Nähe nicht bemerkbar gemacht. [Siemens-Z. 15 (1935) S. 187.] *R. Wr.*



a Schmierstelle
b Ölfüllstelle
c Gehäusering

Abb. 1. Geräuschloses Gleitlager.

Leitungen.

621. 315. 221 **Der Ersatz von Zinn in Bleikabelmänteln durch geringe Mengen Tellur.** — An Stelle der bisher zur Kabelherstellung verwendeten Bleilegierungen (zinnhaltiges Blei, antimonhaltiges Blei, kadmiumantimonhaltiges Blei) empfiehlt E. Kröner den Gebrauch von Blei mit 0,05 % Tellurzusatz. Ein solches Blei besitzt nach Kröner nicht nur eine ebenso große Korrosionsfestigkeit gegen chemische Angriffe wie die bisher gebräuchlichen Kabelmantellegierungen, sondern es zeigt sich auch mechanischen Beanspruchungen gegenüber in jeder Weise gewachsen. Die von Kröner ausgeführten vergleichenden Untersuchungen an Weichblei, Weichblei mit 1 % und 3 % Zinnzusatz und Weichblei mit 0,05 % Tellurzusatz haben ergeben, daß das Tellurblei bei gleicher Festigkeit wie das 3prozentige Zinnblei eine höhere Dehnung besitzt und der Tellurbleimantel ein außerordentlich rekristallisationsbeständiges, feines Gefüge aufweist, das eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen Erschütterungen und Schwingungen besitzt. Der zur Herstellung von tellurlegierten Kabelbleimänteln erforderliche Preßdruck entspricht etwa dem des 1prozentigen Zinnbleimantels. Gegenüber dem Antimon, das an sich leichter zu beschaffen ist als das Tellur, ist das letztere in seiner Verwendung wirtschaftlicher, weil die damit legierten Kabelbleimäntel keine so hohe Preßdrucke erfordern wie die Antimonbleimäntel und weil ihre hohen Festigkeitswerte es ermöglichen, die Kabelmantelstärke beträchtlich (bis zu 20 %) zu vermindern. Die hierdurch erzielte Ersparnis an Blei übertrifft bei weitem den höheren Devisenbedarf, der für die Beschaffung von Tellur im Gegensatz zu dem für die Beschaffung von Antimon aufzuwenden ist. [E. Kröner, Elektr. Nachr.-Techn. 12 (1935) S. 113.]

Apparate und Stromrichter.

621. 314. 65 **Der gittergesteuerte Gleichrichter mit Sternpunktanode.** — Der Verfasser untersucht rechnerisch die Arbeitsweise der Stromrichter mit „Sternpunktanode“. Eine solche Anode kann in gittergesteuerten Gleichrichtern zusätzlich angeordnet und an den Sternpunkt oder neutralen Punkt der Sekundärseite des zugehörigen Umspanners angeschlossen werden. Beim gewöhnlichen, ungesteuerten Gleichrichter, wo der Sternpunkt bekanntlich den Minuspol der Schaltung darstellt, hätte die Sternpunktanode allerdings keinen Sinn, weil sie niemals Strom führen könnte. In Stromrichterschaltungen, in welchen außer der speisenden Wechselstromquelle noch elektromotorische Kräfte anderer Quellen oder Speichermittel wirksam sind, kann das Potential des Sternpunkts gegenüber der Kathode infolge der Verzögerung der Anodenzündungen jedoch sehr wohl positive Werte annehmen. Dann tritt die Sternpunktanode in Tätigkeit, indem sie eine Zeitlang den Arbeitsstrom des Gleichrichters führt. Sie übernimmt den Strom stets in dem Augenblick, in welchem die Phasenspannung der vorher brennenden Anode von positiven zu negativen Werten übergeht. Das wird ohne weiteres verständlich, wenn man bedenkt, daß die Glättungsdrossel des Gleichstromkreises in diesem Zeitpunkt den Strom aufrecht zu erhalten sucht und der Strom sich nunmehr den Weg kleinster Gegen-EMK auswählt, den ihm die Sternpunktanode bietet. Bei Zündung einer weiteren Anode mit positiver Phasenspannung steht dann ein neuer Weg mit treibender EMK zur Verfügung, wodurch die Sternpunktanode wieder stromlos wird. Als wesentliche Vorteile ergeben sich aus der Mitwirkung der Sternpunktanode Ersparnisse sowohl an Glättungsmitteln infolge der Abschneidung der negativen Spannungsspitzen als auch an Transformatorkupfer infolge der zeitweisen Stromentlastung und damit eine Herabsetzung des Blindverbrauchs der Stromrichteranlage[1]). Den eigentlichen Inhalt der Arbeit stellt die Ermittlung des Oberwellengehalts der gleichgerichteten Spannung, der Effektivwerte der sekundären und der primären Transformatorströme, die Leistungsfaktoren und der Spannungsabfall in Abhängigkeit vom Verzögerungswinkel der Steuerung bzw. von der Aussteuerung der Spannung dar. Dabei berücksichtigt der Verfasser besonders die Zahl der sekundären Transformatorphasen. Er findet, daß die Vorteile der Sternpunktanode bei steigender Phasenzahl abnehmen bzw. sich auf kleinere Bereiche der Aussteuerung beschränken. Bei der Zweiwegschaltung sind die Vorteile als recht beachtlich anzusehen. Die Rechnungsergebnisse sind in Schaubildern dargestellt. Ein Bild läßt die erhebliche Senkung der Welligkeit der Gleichspannung infolge der Wirkung der Sternpunktanode erkennen. Der Spannungsabfall mit der Belastung ergibt sich als durch die Sternpunktanode unverändert, während der Leistungsfaktor erhöht wird. Bei vielen Bildern fehlen leider die Vergleichskurven für sternpunktlose Stromrichter. Die Sternpunktanoden-Schaltungen, deren Wirkungsgrad als günstig bezeichnet wird, sind vorteilhaft in solchen Stromrichteranlagen anwendbar, wo

[1]) Vgl. J. v. Issendorff, Elektroteknikeren 29 (1933) S. 97. Elektrotechn. u. Maschinenb. 51 (1933) S. 649.



die Spannung zeitweise herabgesteuert wird. Als Beispiel werden elektrochemische Betriebe genannt. (Die Anwendungsmöglichkeiten dürften damit keineswegs erschöpft sein. D. Ber.) [J. Instn. electr. Engr. 76 (1935) S. 397.]
v. If.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 32. 08 **Neuer kleiner Beleuchtungsmesser.** — In vielen Fällen der Praxis ist es für den Beleuchtungstechniker, Installateur oder Architekt wichtig, die richtige Beleuchtung an Arbeitsplätzen, Wohnräumen, Schaufenstern usw. zu ermitteln. Von Vorteil ist hierbei, daß das zu benutzende Luxmeter allerkleinste Abmessungen besitzt, so daß die Messung mit demselben gar keine Schwierigkeiten verursacht. In dem neuen Beleuchtungsmesser „Pollux" sind die erwähnten Vorzüge vereinigt. Das Gerät kann gut in der Westentasche untergebracht werden und besitzt in Anbetracht seiner kleinen Abmessungen noch eine hohe Genauigkeit. In der Stirnseite des Geräts ist eine kleine Photozelle eingebaut, die bei einfallendem Licht den hierdurch erzeugten Strom einem hochempfindlichen Drehspulsystem übermittelt. Bei der Eichung desselben werden Hefner-Lux gemäß den Normen der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft e. V. bei einer Farbtemperatur von rd. 2700 ° zugrunde gelegt. Der Grundmeßbereich beträgt 500 Lux. Durch aufsteckbare Graufilter verschiedener Absorptionsfaktoren läßt sich der Meßbereich erweitern, und zwar 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20. Bei der Messung selbst ist zu beachten, daß keine zusätzlichen Reflexionen das Meßergebnis beeinflussen. Die Eichung des Instruments gilt für normale Glühlampen. Die Photozelle hat für andere Farbtemperaturen eine andere Empfindlichkeit. Es muß daher in verschiedenen Fällen der Praxis jeweils der abgelesene Wert mit einem entsprechenden Faktor multipliziert werden, z. B. Gaslicht mit 1,16, Tageslicht (bedeckter Himmel) mit rd. 0,5, Tageslicht (Lampe) mit rd. 0,95 usw.

Die Photozelle darf längere Zeit unmittelbarer Sonnenbestrahlung nicht ausgesetzt werden; die obenerwähnten Graufilter sind ein überaus zweckmäßiger Schutz und dienen zur Schonung der Photozelle. Ein Rückgang der Empfindlichkeit derselben ist bei sachgemäßer Behandlung des Instruments nicht feststellbar. Die Beständigkeit der Zelle ist auf Grund mehrjähriger Erfahrungen als sehr günstig zu bezeichnen. *f*

621. 317. 715. 083. 2 **Ein neues Resonanz-Galvanometer.** — Bei den bekannten Spulen-Vibrationsgalvanometern erfolgt die Abstimmung auf Resonanz durch Verändern der Länge oder der mechanischen Spannung der Spulenaufhängung. Der Verfasser schlägt vor, über die normale Drehspule, in der Achsenverlängerung, starr mit ihr verbunden, eine zweite zu setzen, die im Luftspalt eines besonderen Elektromagneten (mit der Windungsfläche senkrecht zu den Kraftlinien) schwingt und mit Gleichstrom gespeist wird. Die Abstimmung erfolgt dann durch Regeln der Felderregung oder des Stromes in der Richtspule oder durch beides gleichzeitig. Hierfür werden Formeln gegeben. Die niedrigste Frequenz erhält man bei verschwindendem Hilfsstrom, sie ist gegeben durch die unvermeidliche mechanische Richtkraft des Systems. Über praktische Versuche wird nicht berichtet. [A. Vuylsteke, Rev. gén. Électr. 37 (1935) S. 537.] *Zö.*

621. 314. 224. 08 **Prüfungen und Beglaubigungen.** — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 384[1]).

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, sind die folgenden Stromwandlerformen zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ihnen die beigesetzten Systemzeichen zuerteilt worden.

I. System 32, Stromwandler für einphasigen Wechselstrom, die Form AUN 10 S,

II. System 33, Stromwandler für einphasigen Wechselstrom, die Form AUQ 26 S,

beide hergestellt von der **Siemens & Halske A.-G. in Berlin-Siemensstadt.**

Berlin-Charlottenburg, den 18. April 1935.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

I. V.: Kösters."

Beschreibung[1]).

I. Die Stromwandler der Form AUN 10 S können für die Frequenz 50 Hz, für primäre Nennstromstärken von 5 bis 800 A, für die sekundäre Nennstromstärke von 5 A und für eine Nennbürde von 0,6 Ω beglaubigt werden. Die Stromwandler haben jeweils primär einen Meßbereich. Die Prüfspannung für die Wicklungsprobe der Primärwicklung gegen Sekundärwicklung und Gehäuse beträgt 10 kV entsprechend dem vom Verband Deutscher Elektrotechniker in den Regeln für Wandler (REW 32) für die Reihe 1 festgesetzten Wert.

Die Wandler der Form AUN 10 S sind Trockenstromwandler mit einteiligem Porzellan-Querlochkörper, der zur Isolation der Primärwicklung gegen die Sekundärwicklung und den Eisenkern dient. Der Eisenkern vom Schenkeltyp trägt die Sekundärwicklung, darüber den Porzellankörper mit der Primärwicklung.

II. Die Stromwandler der Form AUQ 26 S können für die Frequenz 50 Hz, für primäre Nennstromstärken von 5 bis 600 A, für die sekundäre Nennstromstärke von 5 A und für eine Nennbürde von 0,6 Ω beglaubigt werden. Die Stromwandler haben jeweils primär einen Meßbereich. Die Prüfspannung für die Wicklungsprobe der Primärwicklung gegen Sekundärwicklung und Gehäuse beträgt 26 kV entsprechend dem vom Verband Deutscher Elektrotechniker in den Regeln für Wandler (REW 32) für die Reihe 3 festgesetzten Wert.

Der Aufbau der Wandler der Form AUQ 26 S gleicht dem der Stromwandler der Form AUN 10 S.

Elektrowärme.

621. 365. 2 : 669. 14. 04 **Vergleich zwischen Lichtbogenofen, Konverter, Siemens-Martin-Ofen und Tiegelofen im Stahlwerk.** — Von den vier im Stahlwerk angewandten Schmelzvorrichtungen, nämlich dem elektrischen Lichtbogenofen, dem Konverter, dem Siemens-Martin-Ofen und dem Tiegelofen, ist lediglich der Lichtbogenofen fähig, das Stahlbad von Grund auf zu entschwefeln. Im Siemens-Martin-Ofen ist die Atmosphäre oxydierend und die Flamme schwefelhaltig, außerdem ist die Schlacke weniger heiß als im elektrischen Ofen. Der Tiegelofen vermeidet zwar einige Nachteile des Siemens-Martin-Ofens, aber er gestattet keine Feinung des Bades, vielmehr ist er nur eine Umschmelzanlage und liefert einen schwefel- und phosphorfreien Stahl in dem Maße, wie die Rohstoffe, von denen man ausgeht, ebenfalls entsprechend rein sind. Der im Tiegelofen und im elektrischen Lichtbogenofen erhaltene Stahl enthält viel weniger verbleibende Spuren von Oxyden und auch weniger eingeschlossene Gase als der im Konverter oder sogar als der im Siemens-Martin-Ofen erhaltene Stahl. Die Wärmequelle im elektrischen Ofen ist unabhängig von inneren Reaktionen, so daß die Schmelzarbeit mit größerer Freiheit durchgeführt werden kann als im Konverter. In der Stahlgießerei werden der Tiegelofen und der Siemens-Martin-Ofen weniger für dünnwandige oder verwickelte Gußstücke verwendet, nur der saure Konverter und der elektrische Ofen können einen Stahl von genügend hoher Temperatur für diese Zwecke liefern. Zu den obengenannten Nachteilen für den Konverterstahl kommt noch hinzu, daß der Stahl aus dem Konverter zu starken Lunkerhohlräumen neigt und das Vorsehen starker verlorener Köpfe an den Gußstücken bedingt. Schließlich neigt der Stahl aus dem elektrischen Ofen weniger zu Rissen als der Konverterstahl. All diese Fehler finden denn auch ihren Niederschlag in der Beschaffenheit der Gußstücke. Der Abbrand bei der Zubereitung des Stahles beträgt im Konverter 20 %, im Siemens-Martin-Ofen 6 % und im elektrischen Ofen nur 3 %. Zu den technischen Vorteilen gesellen sich demnach auch die wirtschaftlichen in bezug auf den erheblich geringeren Metallabbrand im elektrischen Ofen. Dazu ist noch zu bemerken, daß die

[1]) Reichsministerialblatt 1935, S. 485.

[1]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 384. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.

Ausgabe an Ferrolegierungen um so geringer zu sein braucht, je geringer die Oxydation des Stahlbades ist, eine Erscheinung, die gerade beim elektrischen Ofen gegeben ist. Nicht außer acht lassen darf man, daß der Konverterbetrieb ein vorheriges Niederschmelzen der Roheisenmasseln im Kupolofen voraussetzt. [J. Four électr. 44 (1935) H. 6, S. 212/13.] *Kp.*

Verkehrstechnik.

621. 315. 61 : 621. 33 **Verwendung neuer Isolierstoffe im Bahnbetrieb.** — Durch die Untersuchungen von A. Meißner[1]) wurde ein Isolierstoff gefunden, der gleichzeitig gute elektrische Isoliereigenschaften besitzt und einen verhältnismäßig niedrigen Wärmewiderstand aufweist, d. h. also die im Leiter auftretende Verlustwärme gut ableitet. Dieser Isolierstoff besteht aus einer Mischung von feinem Quarzsand und Kompoundmasse. Im Gegensatz zu Preßspan, das einen Wärmewiderstand von ungefähr 1100 Wärmeohm (Ωt) hat, besitzt diese Mischung, das sogenannte Quarzkompound, etwa 150 Wärmeohm, also etwa nur $^1/_7$ desjenigen Wertes von Preßspan. Da infolge der guten Wärmedurchgangszahl von der Spule nach der Oberfläche die Verlustwärme nach außen geführt wird, müssen auch die abstrahlenden Flächen groß genug sein, um die Wärme an die Luft abgeben zu können. Grundsätzlich müssen deshalb möglichst viel Konstruktionsteile oder Rippen zur Oberflächenvergrößerung mit herangezogen werden.

Das Anwendungsgebiet des neuen Isolierstoffes für Bahnkonstruktionen ergibt sich bei Spulen aller Art, wie z. B. Magnetspulen für Schütze und Relais, für Bremsmagnete, induktive Nebenschlußwiderstände, Solenoidspulen, Schienenbremsspulen, Umspanner, Feld- und Ankerspulen für elektrische Maschinen usw. Die Spulen von Schütze, Relais und ähnlichen Geräten werden in ein topfartig ausgebildetes Gehäuse aus Eisen gesetzt und von Quarzkompound umgeben (Abb. 2), während Schienenbremsspulen und Magnetspulen für Maschinen in Blechgehäuse eingesetzt und in Quarzkompound eingebettet werden. Solche Spulen werden dann verlötet und liegen mit mehreren Flächen an großen Eisenmassen. Durch die Verwendung des Quarzkompounds konnte bei gleicher Leistung der Geräte zum Teil 40 bis 50 % Gewichtsgewinn gegenüber älteren Bauarten erzielt werden. Neben der volkswirtschaftlichen Bedeutung der Ersparnis von Metallen hat jedoch die Verkleinerung der Spulen den Vorteil, daß sich die Streuungsverhältnisse der Spule günstiger gestalten, daß die Spulen gegen das Eindringen von Feuchtigkeit und Wasser gut geschützt sind, und daß mit der Verkleinerung der Spule eine gedrungene Konstruktion für die Geräte erfolgen kann.

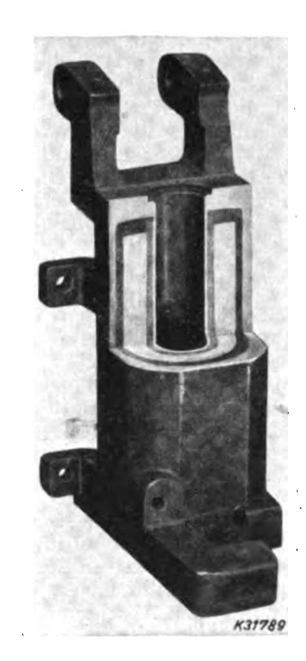


Abb. 2. Schnitt durch eine Schützspule.

Auch bei Maschinen ist die Ableitung der Verlustwärme aus den Feldspulen und insbesondere aus dem Anker erforderlich, wenn noch weitere Leistungsgewinne erzielt werden sollen. Die Ankerleiter sind heute ebenfalls in Preßspan und ähnliche Isolierstoffe eingebettet, die der Wärme nur schwer den Weg nach dem umgebenden Eisen gestatten. Ebenso sind die Wickelköpfe mit schlecht wärmeleitenden Isolierstoffen umgeben. Durch Ausfüllen der Hohlräume zwischen den einzelnen Leitern mittels Quarzkompound und durch Ersatz des Preßspanes und ähnlicher Stoffe durch ein Isolationsmittel mit geringerem Wärmewiderstand ist erst die Möglichkeit gegeben, die Wärme aus der Nut nach dem Ankereisen gut abzuführen. In Zukunft muß also jede Spule an Geräten nicht mehr durch unmittelbare Luftkühlung ihre Verlustwärme an die Luft abgeben, sondern durch mittelbare Luftkühlung gekühlt werden. Auch jeder Leiter, der in Eisen eingebettet liegt, darf nicht mehr durch wärmestauende Isolierstoffe umgeben sein. Es ist schon eine große Anzahl der vorerwähnten Geräte mit Quarzkompound versehen und in Betrieb. Insbesondere sind zahlreiche Gleichstromschütze kleinerer und größerer Leistung durch Verwendung des Quarzkompoundes zu leichten und billigen Steuerungen für dieselelektrische Fahrzeuge, Oberleitungsomnibusse und Gleichstromtriebwagen zusammengestellt worden. Ebenso sind Einzelapparate erprobt und zum Teil in Versuchsausführung. [Hermle, Elektr. Bahnen H. 6 (1935) S. 145.] *Sb.*

[1]) ETZ 55 (1934) S. 1193 u. 1218.

621. 335. 4. 072. 31 -58 : 656. 4 **Feinregelung für Straßenbahnwagen.** — Das Bestreben nach höheren Reisegeschwindigkeiten bei Straßenbahnen erfordert eine Abkehr von der bisher üblichen Art des Anfahrens und Bremsens durch grobstufige Abschaltung von Vorschaltwiderständen. Nähere Untersuchungen zeigen, daß durch eine feinere Unterteilung der Widerstände nicht allein die Stromsprünge von Stufe zu Stufe verkleinert und damit die Unstetigkeit in der Beschleunigung oder Verzögerung vermindert werden, sondern daß man mit dem „mittleren" Strom, der nun während des Anlaßvorganges geradlinig verläuft, bis dicht an die Adhäsionsgrenze herangehen kann. Dies bedeutet eine wesentliche Vergrößerung der Beschleunigung und der Bremsverzögerung, ohne daß die unangenehmen Schaltstöße beim Fahren und Bremsen im Wagen zu bemerken sind. Die starke Beschleunigung verkürzt auch den Anlaßvorgang, d. h. den Zeitraum des „unwirtschaftlichen Fahrens", wodurch sich eine wirtschaftlichere Stromverwendung ergibt. Die Verbesserungen wirken sich besonders in der Bremszeit aus. Messungen bei zwei Straßenbahntriebwagen gleicher Bauart, gleichen Gewichts und gleicher elektrischer Ausrüstung, lediglich unterschieden durch die Grob- und Feinregelung, ergeben bei der Feinregelung eine gleichbleibende Bremsverzögerung von 1,64 m/s², während bei der Grobregelung (6 Bremsstufen) nur 1,2 m/s² erreicht werden konnten. Bei der Dresdner Straßenbahn wurde die Unterteilung der Widerstände in mehreren Versuchswagen bis auf 140 Fahr- und 114 Bremsstufen getrieben. Bei dieser Stufenzahl ist die Schaltleistung von Stufe zu Stufe so klein, daß man ohne Einrichtung für Lichtbogenlöschung auskommt; man kann den Regler als Kommutator mit umlaufender Stromabnehmerbürste ausbilden. Die endgültige Ausführung, von der z. Z. 25 Wagen im Bau sind, weist einen Kommutator von 160 Stufen auf, der beim Anfahren entsprechend der Reihen-Parallel-Schaltung zweimal, beim Bremsen einmal durchlaufen wird. Der Regler wird beim Anfahren durch einen druckknopfgesteuerten Schaltmagneten, beim Bremsen durch unmittelbaren Fußhebelzug angetrieben. — Bei starker Beanspruchung der Wagen verwendet man am besten ölgekühlte Regelwiderstände, die auch den großen Vorteil einer gleichmäßigen und stufenlos regelbaren Wagenheizung haben. Da die Temperatur des Öles einen Maßstab für den Mittelwert der vernichteten Anfahr- und Bremsleistung darstellt, bedeutet die laufende Überwachung der Temperatur durch ein elektrisches Thermometer gleichzeitig eine Überwachung der wirtschaftlichsten Fahrweise des Fahrers. — Die Wagen sind mit einer mechanischen Servo-Bremse als Handbremse ausgerüstet, mit der eine Verzögerung bis zu 2,4 m/s² erreicht wird; außerdem sind zwei elektromagnetische Schienenbremsen von 2400 kg Zugkraft vorhanden. [A. Bockemühl, Verkehrstechn. 16 (1935) S. 336.] *Sb.*

Bergbau und Hütte.

621. 357. 12 : 669. 5 **Das Elektrolytzinkwerk zu Viviez.** — Die Retorten für die Erzeugung von Zink sind in Viviez bereits vor einer Reihe von Jahren durch eine Elektrolysierabteilung ersetzt worden, die man ständig erweitert und verbessert hat. Heute befinden sich hier 1008 Elektrolysierbottiche, die in 9 Batterien von je 112 Bottichen eingeteilt sind. Der Hochspannungsstrom wird so umgeformt, daß die Spannung eines jeden Bottichs je nach dem Säurecharakter und der Temperatur des Bades

und je nach der Stromstärke zwischen 3,2 und 3,8 V schwankt. Die 112 Bottiche einer Batterie sind stufenförmig angeordnet, so daß 16 Stufen zu je 7 Bottichen bei einer Höhe der Stufen von 10 bis 15 cm vorhanden sind. Das Speisen der einzelnen Stufen bzw. Bottiche kann entweder einzeln für sich oder von den höher gelegenen Bottichen aus erfolgen und eingestellt werden je nach dem Säurecharakter des Elektrolyten. Jeder Bottich ruht auf einem durch Kühlwasser durchflossenen Isolator und besitzt 17 Bleianoden und 16 Kathoden aus gewalztem Aluminium. Alle Elektroden sind in jedem Bottich parallel, die Bottiche in Reihe geschaltet. Der Stromverbrauch für alle Vorgänge in der Elektrolysierabteilung beträgt 4000 bis 4500 kWh je Tonne Zink. Jeder Bottich liefert etwa 100 kg Zink in 24 h. Ausgegangen wird von einer Zinkblende, die geröstet, gemahlen, gesiebt und in Schwefelsäure gelöst wird. Diese so gewonnene Zinksulfatlösung wird noch durch Zusatz von gewissen Stoffen von ihren Verunreinigungen befreit und durch Filterpressen geleitet, bevor sie in die Elektrolysierbottiche gelangt. Die Zinkplatten, die sich auf die Kathoden niederschlagen, werden mit einer Schere entfernt. Der Reinheitsgrad des so erzeugten Zinks beträgt 99,99 %. Die Stromstärke ist niedriger als in Deutschland und Amerika und schwankt zwischen 3 und 3,5 A. [J. Four électr. 44 (1935) S. 165.] *Kp.*

Fernmeldetechnik.

621. 395. 43. 029. 5 **Die neuere Entwicklung der Trägerstromtelephonie.** — Die Mehrfachausnutzung von Fernsprechleitungen durch Trägerstromtelephonie hat in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen. In der Hauptsache sind es die Firmen Siemens & Halske und die American Telephone and Telegraph Company (ATT), die die im folgenden beschriebenen Systeme entwickelten.

Da eine Freileitung keine Grenzfrequenz besitzt, nutzt man das Frequenzband oberhalb der Niederfrequenztelephonie von 5 kHz bis 40 bzw. 30 kHz aus und schafft dadurch in Deutschland mit dem M 2/M 3-System vier, in Amerika mit dem CN/CS-System drei zusätzliche Hochfrequenztelephonieverbindungen. Bei der Modulation einer Hochfrequenz f_h mit einer Niederfrequenz f_n entstehen außer dem Träger die zwei Seitenbänder $f_h + f_n$ und $f_h - f_n$, von denen bei den beiden Systemen jeweils nur das obere oder untere ausgesandt wird. Der Träger wird bei dem CN/CS-System ganz, bei dem M 2/M 3-System teilweise unterdrückt. Schaltungstechnisch ergibt sich folgendes Bild: Von jedem Hochfrequenz(HF)-Teilnehmer geht die Niederfrequenz (NF) zu einem Modulator (Hochfrequenzsender mit Anodenspannungsmodulation) und nach ganz oder teilweiser Unterdrückung des Trägers zu einem Bandfilter, das von den entstehenden Seitenbändern nur einen bestimmten Frequenzbereich durchläßt. Gemeinsam gehen die Hochfrequenzströme dann über einen Sendeverstärker, einen Leitungsentzerrer und einen Gruppenfilter, das Sende- und Empfangskanäle trennt, über eine Kondensatorkette (Sperrung der NF) auf die Freileitung. Empfangsseitig gehen die Hochfrequenzströme wiederum über Kondensatorkette, Gruppenfilter, Empfangsverstärker auf verschiedene Bandfilter zur Auswahl der Kanäle zum Demodulator, über eine Spulenleitung zum NF-Verstärker und zum Teilnehmer. Bei völlig unterdrücktem Träger wird dieser am Demodulator wieder zugesetzt.

Will man auf benachbarten Doppelleitungen zusätzliche HF-Wege schaffen, so kann man das Nebensprechen dadurch beseitigen, daß man auf der einen Leitung das obere, auf der anderen das untere Seitenband sendet (M-System), oder aber dadurch, daß man die Trägerfrequenzen jeweils um etwa 1000 Hz verschiebt (C-System). Bei dem M-System werden dann also auf der einen Doppelleitung von *A* nach *B* vier HF-Gespräche unter Ausnutzung des oberen, auf der anderen Doppelleitung vier HF-Gespräche unter Ausnutzung des unteren Seitenbandes gesandt. Dies erfordert einen Frequenzbereich von etwa 5 bis 20 kHz. Die weiteren 2mal 4 HF-Gespräche in umgekehrter Richtung von *B* nach *A* erfordern den Bereich von 25 bis 40 kHz. Bei dem C-System erfordern die entsprechenden 4mal 3 Kanäle in beiden Richtungen einen Bereich von 5 bis 30 kHz. Um im innerstaatlichen Verkehr auf einer Doppelleitung nur eine zusätzliche HF-Verbindung zu schaffen, wurden das E 1-System in Deutschland und das D-System in Amerika entwickelt. Beide arbeiten mit völlig unterdrücktem Träger. Das E 1-System verwendet nur eine Trägerfrequenz von 5,8 kHz und nutzt in der einen Richtung das obere, in der anderen das untere Seitenband aus. Da dieses System nur eine Bandbreite von 3,4 bis 8,2 kHz beansprucht, ist es geeignet, auch auf Fernverbindungen zu arbeiten, die Zwischenstücke von unbelasteten oder gar Krarupkabeln verwenden. Das D-System verwendet für die beiden Sprechrichtungen Trägerfrequenzen von 6,9 und 10,3 kHz und benutzt jedesmal das untere Seitenband.

Mit fortschreitender Verkabelung von Fernleitungen war man bemüht, auch diese durch HF-Trägerstromtelephonie besser auszunutzen. Für Seekabel wurde in Deutschland ein Zweibandtelephoniesystem entwickelt. Es verbindet die technischen Vorteile der Vierdrahtschaltung mit den wirtschaftlichen Vorteilen des Zweidrahtsystems. In der einen Richtung wird niederfrequent, in der anderen hochfrequent gesandt. Es wird dabei das untere Seitenband des 5,5 kHz-Trägers verwendet. Die Amerikaner haben umfangreiche Versuche auf unbelasteten See- und Landkabeln angestellt. Im letzteren Falle wurden im Frequenzbereich bis 40 kHz neun Frequenzbänder ausgenutzt.

In Deutschland und in anderen europäischen Ländern wird nach dem Verfahren II des CCI pupinisiert. Dieses Verfahren sieht 3 verschiedene Belastungen vor: 1. mittelstarke Belastung mit einer Grenzfrequenz von 3,5 kHz, 2. leichte Belastung, Grenzfrequenz 7,7 kHz, 3. sehr leichte Belastung, Grenzfrequenz 20 kHz. In Deutschland wurde für 2. das L-System und für 3. das S-System entwickelt. Bei dem L-System wird der zur Verfügung stehende Bereich bis 7,7 kHz für zwei Gespräche in Vierdrahtverbindung ausgenutzt, und zwar mit dem NF-Kanal das Band von 0,3 bis 2,7 kHz, und mit dem unteren Seitenband der Trägerfrequenz von 6 kHz der trägerfrequente Kanal von 3,3 bis 5,7 kHz. Bei dem S-System steht ein Bereich bis 20 kHz zur Verfügung. Außer dem niederfrequenten Weg ist der Übertragungsbereich mit drei Trägerfrequenzen, ebenfalls in Vierdrahtverbindung, belegt. Es werden jeweils die oberen Seitenbänder der Frequenzen 4, 8 und 12 kHz übertragen. Die Träger werden als Oberwellen einer Grundfrequenz erzeugt und unterdrückt. [H. Budzinski, Z. Hochfrequenztechn. 45 (1935) S. 42.]

Hze.

621. 396. 62 **Entwurf und Prüfung von Mehrbereichempfängern.** — Während in früheren Jahren in den V. S. Amerika nahezu ausschließlich Empfänger mit nur einem Frequenzbereich hergestellt wurden, sind neuerdings Geräte mit mehreren Frequenzbereichen sehr beliebt und verbreitet geworden. Harnett und Case bringen eine Reihe von Überlegungen über die mit der Wellenumschaltung verbundenen Schwierigkeiten und ihre Beseitigung. Insoweit bietet der Aufsatz für deutsche Verhältnisse nichts Neues. Sehr wertvoll sind aber die Angaben über die an ihren Meßsendern benutzten kapazitiven und induktiven Spannungsteiler. Die Aufgabe dieser Spannungsteiler ist es, von den beispielsweise 2 V, welche der in einem Abschirmgehäuse eingeschlossene Meßsender erzeugt, eine genau bestimmte Dosis auf den Empfänger zu leiten. Hierbei braucht man genau definierte Spannungsteilungen von 1 zu mehreren Millionen. Die Verfasser beschränken sich auf solche Spannungsteiler, bei welchen ein in eine geerdete Röhre eingeschlossenes Feld magnetischer oder elektrischer Art benutzt wird. Ein solches hat nämlich einen exponentiellen Verlauf, so daß sich die vom Auffangkörper aufgenommene Spannung bei Verschiebung linear nach Dezibels ändert. Es werden Elektrodenformen angegeben, bei deren Einhaltung dieses Exponentialgesetz sogar noch bei stärkster Annäherung gilt. Eine Verschiebung gleich dem Röhrendurchmesser bringt eine Schwächung von rd. 1 : 100. Nach Angabe der Verfasser ist eine Eichung nicht notwendig. Induktive Spannungsteiler nach dieser Bauart erhalten zwei Spulen. Durch geeigneten Bau erreicht man Anfangskopplungen von 40 %. Leider muß man die Spulen umschalten. Geeignete Anordnungen werden angegeben. Vorteilhaft ist es, daß die Sekundärseite vollkommen symmetrisch gegen Erde ist. [Harnett und Case, Proc. Instn. Radio Engr. 23 (1935) H. 6, S. 578.] *Kur.*



Hochspannungstechnik.

621. 317. 728 **Überschlagfreie Spannungsmessung mit der Kugelfunkenstrecke.** — Im Hochspannungslaboratorium des California Institute of Technology wurden zwei Aluminiumkugeln von 100 cm Dmr. benutzt, von denen die eine, mit der Hochspannung verbundene mit ihrem Schaft in einem starren Isolierrahmen gelagert und die ihr gegenüberstehende, geerdete an vier Seilen an der Decke des Laboratoriums schwebend aufgehängt wurde, so daß sie sich entsprechend der elektrostatischen Anziehungskraft bewegen kann[1]). Die Seile der schwebend aufgehängten Kugel bildeten paarweise je ein V, dessen Spitze am Schaft dieser Kugel befestigt war. Eine derartige Aufhängung hat den Vorteil, daß seitliche Bewegungen der Kugel verhindert werden, diese jedoch in Richtung der Mittelachse durch die beiden Kugeln leicht verschiebbar bleibt. Der Abstand der beiden Kugeln voneinander konnte zwischen 0 und 150 cm durch Längsverschiebung des im Isolierrahmen gelagerten Schaftes der mit der Hochspannung verbundenen Kugel mit Hilfe eines motorisch angetriebenen, isolierten Seiltriebes verändert werden. Auf dem Schaftende der frei beweglichen, geerdeten Kugel war ein feiner Drahtzeiger befestigt, dessen Bewegungen durch ein Kathetometerfernrohr beobachtet werden konnten. Ferner war dieses Schaftende mit einem über eine Rolle geführten Seil verbunden, an dem eine Waagschale zur Aufnahme der Gewichte hing, mit denen die elektrostatische Anziehungskraft der beiden Kugeln ausgewogen wurde. Zum Schutz gegen den Abbrand der Kugeln bei gelegentlichen Überschlägen war vor die spannungsführende Kugel ein Wasserwiderstand von etwa 2 MΩ geschaltet.

Die Beziehung zwischen der elektrostatischen Anziehungskraft der Kugeln und der an sie angelegten Spannung läßt sich mit Hilfe des Verfahrens der elektrischen Bilder ableiten. Es ergibt sich für die Effektivspannung u: $u = 9{,}405 \sqrt{F/S}$, wenn u in Volt und die Anziehungskraft F in g gemessen wird. S ist ein Faktor, der für jeden Kugelabstand nach dem Verfahren der elektrischen Bilder besonders zu berechnen ist. Da Versuchsfehler um so geringer sind, je stärker die gemessene Kraft ist, wird der Kugelabstand so klein wie möglich gewählt, ohne daß natürlich bei der betreffenden zu messenden Spannung ein Funkenüberschlag erfolgen soll. Der Einfluß umgebender, geerdeter Wände auf die Meßergebnisse läßt sich ebenfalls nach dem Verfahren der elektrischen Bilder berechnen. Die überschlägliche Nachrechnung und die Versuche ergaben, daß dieser Einfluß für die 1 m im Durchmesser messenden Kugeln, von denen die Wände und Decke des Laboratoriums etwa 6 m entfernt sind, für Kugelabstände bis zu etwa 30 cm vernachlässigbar ist. Der Vergleich der gemäß der Schaulinie in Abb. 3 versuchsmäßig mit der überschlagfreien Messung erhaltenen effektiven Spannungswerte mit den in der gestrichelten Schaulinie wiedergegebenen Peekschen Funkenspannungen einer einseitig geerdeten Kugelfunkenstrecke mit Kugeln von 100 cm Dmr. ergibt wenigstens für Schlagweiten bis zu etwa 40 cm nur geringfügige Abweichungen. Die stärkste elektrostatische Anziehung der auf die Peekschen Schlagweiten eingestellten 100 cm-Kugeln wird bei etwa 40 cm Kugelabstand erhalten. Dies ist auch ziemlich die Schlagweite, über die hinaus die Spannungsmessung mit der 100 cm-Kugelfunkenstrecke bereits unsicher zu werden beginnt[1]). Die Nachprüfung der im Hochspannungslaboratorium des California Institute erzielten Meßergebnisse in anderen Laboratorien und die Ausdehnung der überschlagfreien Spannungsmessung auf Kugeln anderer Durchmesser in Luft und flüssigen Isoliermitteln erscheint sehr erwünscht. [R. W. Sorensen, J. E. Hobson, S. Ramo, Electr. Engng. 54 (1935) S. 651.] *O. N.*

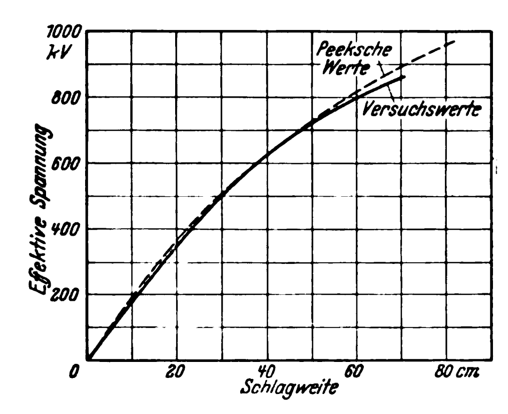


Abb. 3. Vergleich der überschlagfrei an einer Funkenstrecke mit Kugeln von 100 cm Dmr. erhaltenen Effektivspannungen mit den Peekschen Funkenspannungen.

[1]) Vgl. auch Hueter, ETZ 55 (1934) S. 833.

[1]) In Tafel I der „Regeln für Spannungsmessungen mit der Kugelfunkenstrecke in Luft" (VDE 0430), ETZ 47 (1926), S. 594 bis 862, sind die Überschlagsspannungen einer Funkenstrecke mit 100 cm-Kugeln bei einpoliger Erdung ohne besondere Einschränkung nur für eine Schlagweite bis zu 50 cm angegeben.

Chemie.

621. 357. 139 **Die elektrolytische Entfettung von verzinnten Metallstücken.** — Wenn verzinnte Metallstücke auf ihre Porigkeit bzw. Porenfreiheit untersucht werden sollen — ein Versuch, der zur Feststellung der Korrosionseigenschaften der Zinnüberzüge von Interesse ist —, so müssen sie vorher gründlich entfettet werden. Bewährt hat sich zu diesem Zweck die elektrolytische Entfettung mit einer verdünnten Natriumkarbonatlösung (0,5prozentig) als Elektrolyt. Außerdem werden zwei Nickelbleche in den Elektrolysierbottich eingetaucht, die mit dem positiven Pol verbunden werden, während die zu entfettende metallische Probe an den negativen Pol angeschlossen ist. Wenn auf der Oberfläche der Metallstücke eine starke Gasblasenentwicklung einsetzt, eine Erscheinung, die bereits nach 1 min beobachtet werden kann, werden die Proben aus dem Bad genommen und in fließendem Wasser abgespült. Die Untersuchung selbst auf Porenfreiheit erfolgt dann einfach in der Weise, daß die Metallproben 6 h lang in heißem Wasser von 95 ° erwärmt werden. Es treten dabei rötlichbraune Flecken auf, deren Größe, Menge und Verteilung einen Anhaltspunkt für das Vorhandensein von Poren auf dem Zinnüberzug bieten. [Iron Age 135 (1935) H. 17, S. 27.] *Kp.*

621. 357 : 669. 77/.78 **Die elektrolytische Herstellung von Kalziumborid.** — Kalziumborid reduziert eine große Anzahl von Oxyden und kann in der Metallkunde als Desoxydationsmittel verwendet werden. Außerdem kann es in den meisten Fällen das Bor selbst ersetzen, dessen Zubereitung im reinen Zustande schwierig und teuer ist. Die bisherigen Verfahren für die Zubereitung von Kalziumkarbid führten entweder zu einem unreinen oder zu einem ebenfalls teuren Erzeugnis. Auf Grund früherer Erkenntnisse über die Zersetzung erdalkalischer Borate durch den elektrischen Strom wurden Versuche unternommen, Kalziumborid nicht mehr auf rein chemischem, sondern ebenfalls auf elektrolytischem Wege zu erzeugen. Schon die Versuche mit einem Ausgangsstoff aus Kalziumborat und Kalziumfluorid führten zu einem Erfolg. Noch besser ist ein Gemisch aus Kalziumborat und Kalziumchlorid in den Mischungsverhältnissen: $3\,B_2O_3 + CaO + 7\,CaCl_2$. Die Elektrolyse erfolgt in einem mit Kohle ausgekleideten Behälter oder Bottich, wobei eine Anode aus Kohle verwendet wird. Die Stromdichte kann sich innerhalb weiter Grenzen bewegen, sie kann z. B. 100 A betragen, die Spannung 5 bis 10 V. Die sich bildenden Kristalle aus Kalziumborid sammeln sich auf dem Behälterboden an. Die Badzusammensetzung wird konstant gehalten durch Zusatz von Borsäure, Kalk und Kalziumchlorid während der Elektrolyse in dem Maße, wie diese Stoffe sich zersetzen. Das Kalziumborid läßt sich nach diesem Verfahren wirtschaftlich und leicht erzeugen. [J. L. Andrieux, Chim. et Ind. 33 (1935), Sonderheft I, Sonderdruck S. 1/5.] *Kp.*

Werkstatt und Baustoffe.

621. 365. 2 : 669. 13 **Gußeisen von hoher Kerbzähigkeit aus dem elektrischen Ofen.** — Der Dreiphasen-Lichtbogenofen mit basischem Futter ist in hervorragendem Maße geeignet, ein Gußeisen zu erzeugen, das sich durch seine hohe Kerbzähigkeit auszeichnet. Sollen die Gußstücke eine Wandstärke von 10 bis 12 mm erhalten, so



wird man folgende Gußzusammensetzung anstreben: 3 bis 3,1 % C, 2,2 bis 2,3 % Si, 0,4 bis 0,5 % Mn, höchstens 0,10 % P, höchstens 0,05 % S, während für eine Wandstärke von 15 bis 18 mm der Si-Gehalt auf 2,05 bis 2,15 % bemessen wird. Vorgehen kann man dabei nach dem Verbundverfahren durch Zusammenarbeiten des Kupolofens mit dem elektrischen Ofen oder durch Aufgabe des kalten Einsatzes in den elektrischen Ofen. Das im Kupolofen niedergeschmolzene Eisen wird im flüssigen Zustande in den elektrischen Ofen gebracht, mit Holzkohle abgedeckt, zuerst mit einem Teil und nach 10 min mit dem Rest des angesetzten Desoxydations- und Entschweflungsmittels versetzt. Dieses Mittel besteht aus 11 kg Kalk, 5 kg Flußspat und 2 kg Koks je Tonne Eisen, welche Stoffe gemahlen und innig miteinander vermischt werden. Ist die Schlacke im Ofen von schöner weißgrauer Farbe, so fügt man zur Schmelze rostfreien Stahlschrott, und zwar 80 kg auf etwa 930 kg Eisen. Darauf wird eine Probe genommen und festgestellt, ob das Eisen genügend desoxydiert ist und den gewünschten Härtegrad besitzt. Geht man von kaltem Einsatz aus, so führt man in den elektrischen Ofen auf 1030 kg Stahlschrott 30 kg Kalk und 20 kg Eisenerz ein. Nachdem alles niedergeschmolzen ist, wird der Strom ausgeschaltet, das Bad entschlackt, mit 10 kg Anthrazit versetzt, der Strom wieder eingeschaltet und diese letzten Vorgänge wiederholt, bis man im ganzen 55 kg Anthrazit eingeführt hat zwecks Verwirklichung eines Kohlenstoffgehaltes von 3 %. Ist dieser letztere erreicht, schaltet man wieder aus, entschlackt vollständig, fügt 30 kg 75prozentiges Ferrosilizium ein, gibt dazu einen Teil des gleichen Desoxydations- und Entschwefelungsmittels wie oben und nach 10 min den Rest dieses Mittels. Diese Arbeitsweise kann man jedoch wirtschaftlich nur dann durchführen, wenn der Strom billig ist. [J. Four électr. 44 (1935) S. 211/12.] *pk.*

621. 365 : 669. 29 **Die Erzeugung von Vanadium im elektrischen Ofen.** — Vanadium findet in reinem Zustand nur wenig Verwendung, vielmehr wird es meistens in Form von Ferro-Vanadium als Legierungselement zum Stahl zugesetzt. Die direkte Reduktion der Erze durch Kohlenstoff oder durch Silizium ist von geringerem praktischen Interesse, vielmehr zielen die in der Metallurgie des Vanadiums üblichen Verfahren auf die Erhaltung von Vanadiumpentoxyd (V_2O_5) oder von Eisen- oder Kalziumvanadaten hin. Vanadium-Legierungen können im elektrischen Ofen gewonnen werden. Die Einsätze werden nach dem Endgehalt, den die Legierung aufweisen muß, berechnet, wobei man als Reduktionsmittel am häufigsten Silizium, Aluminium und Koks anwendet. Als Flußmittel dient Kalk. Das Metall selbst wird nach dem Abschlacken abgegossen. In den neuzeitlichen Öfen vollzieht sich die Reduktion der Oxyde fortlaufend, während die Reaktionstemperatur aufrechterhalten wird. [J. Four électr. 44 (1935) H. 6, S. 206.] *Kp.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Gemeinsame Jahrestagung der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung und des Reichsverbandes der Elektrizitätsversorgung in Saarbrücken. — In der Zeit vom 26. bis 28 9. 1935 wird die vorgenannte Jahrestagung in Saarbrücken stattfinden. Nach dem Zeitplan werden folgende Vorträge gehalten:

26. 9. (Do): Casinogesellschaft, Hindenburgstr. 7.

20.00 h: Begrüßungsabend.

27. 9. (Fr): Saalbau, am Neumarkt.

8.45 h: Allgemeine Vorträge.

Eröffnung: Direktor Dipl.-Ing. W. Zschintzsch, Berlin.

10.00 bis 10.45 h: „Lage und Entwicklung der deutschen Wirtschaft.“ Geh. Kommerzienrat Dr. H. Röchling, Völklingen.

11.15 „ 11.45 h: „Die Eingliederung der Saar in die deutsche Elektrizitätswirtschaft.“ Landesbaurat Dr. A. Menge, Berlin.

11.45 „ 12.30 h: „Internationale Zusammenarbeit in der Elektrizitätswirtschaft.“ Direktor G. J. Th. Bakker, Den Haag.

15 h: Fachvorträge.

15.00 bis 15.45 h: „Die technisch-wirtschaftliche Seite der Gleichstrom-Hochspannungs-Übertragung.“ Prof. A. Rachel, Berlin.

16.00 „ 16.30 h: „Die Elektrowärmeanwendung in der Eisen- und Metallindustrie, insbesondere im Saarland.“ Direktor Dr. W. Rodenhauser, Völklingen.

16.45 „ 17.15 h: „Die Elektrowärmeanwendung in der keramischen Industrie, insbesondere im Saarland.“ Dr. A. Rittgen, Mettlach.

19.30 h: Gemeinsamer Abend mit Essen. „Wartburg“, Nauwieser Str. 75.

28. 9. (Sa): Saalbau am Neumarkt.

9 h: Fachvorträge.

9.00 bis 10.00 h: „Neue Wege der Energieversorgung?“ Generaldirektor G. Warrelmann, Berlin.

10.15 „ 10.45 h: Bericht über den Elektrohof Malmvik (Schweden). Ing. E. Velander, Stockholm.

11.00 „ 11.45 h: Bericht über die elektrischen Versuchsdörfer. Dr. C. Th. Kromer, Berlin.

12.00 „ 12.30 h: Uraufführung des Films „Urkraft des Weltalls“.

Ab 15 h: Fahrten und Besichtigungen.

AUS LETZTER ZEIT.

Streckenabschnitt Nürnberg — Halle/Leipzig wird elektrisiert. — In den nächsten Tagen wird mit den Elektrisierungsarbeiten auf dem Streckenabschnitt Nürnberg—Halle/Leipzig im Rahmen der Elektrisierung der großen Nord-Süd-Verbindung Berlin—München—Kufstein begonnen werden. Man hofft, in 4 Jahren die 350 km lange Strecke fertiggestellt zu haben. Die Kosten hierfür werden sich auf rd. 114 Mill RM belaufen, von denen 68 Mill RM auf den Bau ortsfester Anlagen und etwa 46 Mill RM auf die Beschaffung des rollenden Materials entfallen.

Verbesserung des Großrundfunksenders Heilsberg. — Der Großrundfunksender Heilsberg ist auf 100 kW verstärkt und mit einer neuen schwundmindernden Antenne in Betrieb genommen worden. Die früher in der weiteren Umgebung des Senders aufgetretenen Beeinträchtigungen des Rundfunkempfangs durch Schwunderscheinungen sind dadurch wesentlich herabgesetzt und der schwundfreie Empfangsbereich erheblich vergrößert worden.

Elektrische Boote auf dem Maschsee in Hannover. — Auf dem neuentstehenden 2,5 km langen Maschsee in Hannover werden durch Elektrizität angetriebene Boote verwendet werden. Das zunächst in Auftrag gegebene, etwa 60 Personen fassende Boot erhält eine aus 60 Zellen bestehende Bleibatterie, die 83 kWh hergeben kann. Ein 15 PS-Motor wird dem Boot eine Höchstgeschwindigkeit von 11 km/h verleihen. Der Fahrbereich mit einer Batterieladung beträgt rd. 60 km.

Die Funkindustrie in den V. S. Amerika[1]. — Die Zahl der Rundfunksender in den V. S. Amerika, die 1921 drei Stück betrug, ist im Laufe des Jahres 1922 auf 576 gestiegen und hat sich seitdem fast auf gleicher Höhe gehalten. Der stärkste Sender leistet 500 kW. Die Zahl der Rundfunkteilnehmer hat sich von 1921 bis 1933 fast gleichmäßig um 1,5 Mill im Jahr vermehrt und betrug Ende 1933 etwa 18 Millionen. Der Wert der Erzeugnisse der Funkindustrie erreichte mit über 400 Mill $[2] seinen höchsten Stand im Jahre 1929. Der durchschnittliche Preis eines Rundfunkempfängers ist dank der Rationalisierungsbemühungen der Industrie von 118 $ im Jahre 1928 auf 60 $ im Jahre 1932 gesunken. Die durchschnittliche Zahl der in der amerikanischen Rundfunkindustrie beschäftigten Arbeiter betrug 1931 36 490 und 1933 32 339, die Gesamterzeugung in den beiden Jahren 3,8 Mill und 3,5 Mill Empfänger. Die Ersatzkäufe haben im Jahre 1933 62 %, in der ersten Hälfte des Jahres 1934 50 % aller Käufe ausgemacht. *Bm.*

[1]) C. Borsarelli, Alta Frequenza (1935) S. 39.
[2]) Heutiger Umrechnungskurs: 1 $ = 2,5 RM.



VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Blitzableiterbau.

Die in ETZ 55 (1934) S. 1138 u. ff. veröffentlichten Entwürfe zu Umstellnormen für Blitzableiterbau haben zu den nachstehenden Entwürfen zu neuen Normblättern

DIN VDE 1822 Trennstücke und
DIN VDE 1847 Muffen

geführt.

Die abgeschlossene Umstellnorm

DIN VDE 1800 U Blitzableiterwerkstoff

ist in der Zwischenzeit erschienen und kann durch den Beuth-Verlag, Berlin SW 19, Dresdener Str. 97, bezogen werden.

Einsprüche gegen die vorstehenden Entwürfe sind bis zum 15. Oktober 1935 in dreifacher Ausfertigung an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur ordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 24. 9. 1935, 8 h abends, im Hörsaal 301 EB der Technischen Hochschule in Berlin-Charlottenburg.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. F. Ferrari über das Thema: „Zähler, Registriergeräte und Schaltrelais nach einem neuen Prinzip."

Inhaltsangabe:

Durch einen kurzen Trickfilm wird gezeigt, wie man mit einem einfachen Gerät eine Intensitätsüberschreitung feststellen kann, indem man ermittelt, ob eine entsprechende Zeit für den betreffenden Verbrauchsvorgang oder sonstigen Ablauf unterschritten oder überschritten wurde. Die Anwendungen dieser Festmengen-Zeitprüfung sind sehr vielseitig auf dem Gebiete der Elektrizitätswirtschaft, und zwar für Konsumentarife wie auch für interne Analysen.

Es wird gezeigt, wie mit diesem Prinzip Vergütungszähler, Höchstlastmesser und Überverbrauchszähler erhalten werden und nachgewiesen, daß mit der einfachsten Ausführung die Aufgaben sehr vielseitig gelöst werden können. Mit mehreren Einzelgeräten lassen sich Vorgänge veränderlicher Intensität in der Weise analysieren, daß man die Benutzungsdauer der

(Fortsetzung s. S. 1059.)

August 1935

Noch nicht endgültig

Blitzableiter

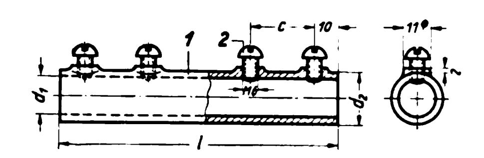
Muffen Reduktionsmuffen

Elektrotechnik

DIN VDE 1847 Entwurf 1

Maße in mm

Muffen zur Verbindung der Leiter



Bezeichnung einer vollständigen Muffe Größe 10:

Muffe 10 VDE 1847

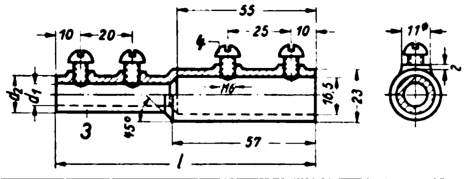
Größe	d_1	d_2	c	l
8	8,5	14,5	20	90
10	10,5	16,5	20	95
15	15	21	25	110

Stückliste für Größe 10

Stückzahl	Bezeichnung	Teil	Werkstoff und Ausführung
1	Muffe 10 VDE 1847	1	Temperguß verzinkt oder verkadmiumt
4	Blanke Halbrundschraube M 6×8 DIN 86	2	Flußstahl verzinkt oder verkadmiumt

Reduktionsmuffen

zur Verbindung des Leiters mit Schornsteinschutzstangen VDE 1802 und Erdeinführungen VDE 1803



Größe	d_1	d_2	l
8	8,5	14,5	104
10	10,5	16,5	106

Bezeichnung einer vollständigen Reduktionsmuffe Größe 10:

Reduktionsmuffe 10 VDE 1847

Stückliste für Größe 10

Stückzahl	Bezeichnung	Teil	Werkstoff und Ausführung
1	Reduktionsmuffe 10 VDE 1847	3	Temperguß verzinkt oder verkadmiumt
4	Blanke Halbrundschraube M 6×8 DIN 86	4	Flußstahl verzinkt oder verkadmiumt

Reduktionsmuffe Form B VDE 1846 wird durch obenstehende Ausführung ersetzt.

Gewinde: Metrisch nach DIN 13.

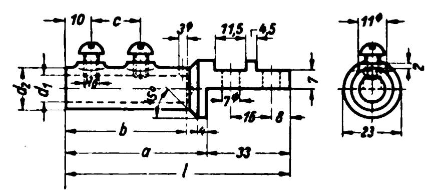
Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.
Ausschuß für Blitzableiterbau (ABB).

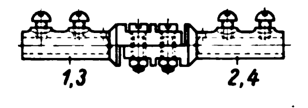
August 1935

Noch nicht endgültig **Blitzableiter** **Trennstücke** Elektrotechnik	DIN VDE 1822 Entwurf 1

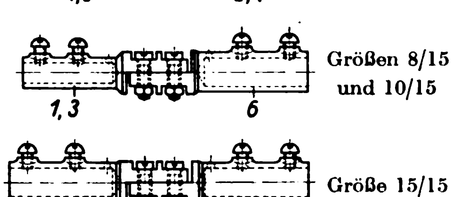
Maße in mm

Trennstücke für Leiter





Größen 8/8, 8/10 und 10/10



Größen 8/15 und 10/15

Größe 15/15

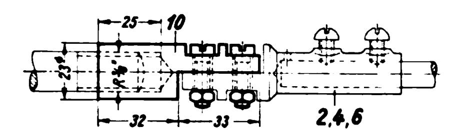
Bezeichnung eines vollständigen Trennstückes Größe 10/15:
Trennstück 10/15 VDE 1822

Größe	d_1	d_2	a	b	c	l
8	8,5	14,5	52	45	20	85
10	10,5	16,5	55	48	20	88
15	15	21	62	55	25	95

Stückliste

Stückzahl für Größe 8/8	8/10	8/15	10/10	10/15	15/15	Bezeichnung	Teil	Werkstoff und Ausführung
1	1	1				Trennhälfte 8 VDE 1822	1	Temperguß verzinkt oder verkadmiumt
1							2	
			1	1		Trennhälfte 10 VDE 1822	3	
	1		1				4	
					1	Trennhälfte 15 VDE 1822	5	
		1		1	1		6	
2	2	2	2	2	2	Blanke Zylinderschraube M 6×20 DIN 84	7	Flußstahl verzinkt oder verkadmiumt
2	2	2	2	2	2	Blanke Sechskantmutter M 6 DIN 934	8	
4	4	4	4	4	4	Blanke Halbrundschraube M 6×8 DIN 86	9	

Trennstücke für Erdeinführung
nach DIN VDE 1803



Bezeichnung: Trennhälfte R $^3/_8$" VDE 1822

Bezeichnung eines vollständigen Trennstückes für Erdeinführung mit Trennhälfte Größe 10 für Leiter:
Trennstück R $^3/_8$"/10 VDE 1822

Stückliste

Trennstück Größe 8	10	15	Bezeichnung	Teil	Werkstoff und Ausführung
1			Trennhälfte 8 VDE 1822	2	Temperguß verzinkt oder verkadmiumt
	1		Trennhälfte 10 VDE 1822	4	
		1	Trennhälfte 15 VDE 1822	6	
2	2	2	Blanke Zylinderschraube M 6×20 DIN 84	7	Flußstahl verzinkt oder verkadmiumt
2	2	2	Blanke Sechskantmutter M 6 DIN 934	8	
2	2	2	Blanke Halbrundschraube M 6×8 DIN 86	9	
1	1	1	Trennhälfte R $^3/_8$" VDE 1822	10	Temperguß verzinkt

Gewinde: Metrisch nach DIN 13
Withworth-Rohrgewinde nach DIN 259

Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.
Ausschuß für Blitzableiterbau (ABB).

einzelnen Intensitätsstufen feststellt. Mit dem Registriergerät werden weitere Vereinfachungen für die Lösung dieser Aufgaben erzielt. Als Beispiele werden Leistungsdauerlinien, Geschwindigkeitsdauerlinien, Blindleistungsdauerlinien, J 2-Dauerlinien und Spannungsdauerlinien angeführt.

Das Verfahren erschließt auch die Analyse von Quotienten.

In Schaltrelais kann das Verfahren ebenfalls nutzbar gemacht werden, wobei man ein universelles Intensitätsrelais erhält, dessen Ansprechgrenze bequem verändert werden kann. Die Einrichtung läßt sich auch als Quotientenrelais ausbilden.

Das neue Registriergerät erschließt auch neue Wege der Summenmessung von Vorgängen veränderlicher Intensität aller Art. Es kann ebenfalls angewandt werden zwecks Registrierung von Quotienten, wie η, $\cos\varphi$ u. a. Auf diesem Wege erhält man z. B. auch ein einfaches Gerät zur Ermittlung der kVA-Spitze.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten sind in der Geschäftsstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle erhältlich.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im Restaurant „Schultheiß am Knie" in Berlin-Charlottenburg.

Elektrotechnischer Verein e. V.
I. V.: A. Matthias.

Aus anderen Vereinen.

Genormte Formate für Röntgenaufnahmen von Schweißnähten. — Die dem Ausschuß 60 — Deutsche Gesellschaft für technische Röntgenkunde im DVM — sowie der Deutschen Röntgen-Gesellschaft gemeinsam angehörende Arbeitsgruppe XI hat auf Grund der in den DIN-Mitteilungen vom April 1935 vorveröffentlichten Normungsvorschläge für die Abmessungen von Bandfilmen, Bandfolien und den zugehörigen Kassetten für Röntgenaufnahmen von Schweißnähten sowie auf Grund erhaltener Einsprüche die folgenden endgültigen, am 1. 10. d. J. in Kraft tretenden Maßnormen[1]) aufgestellt.

Nennmaß	Bandfilme Schnittmaß		Bandfolien Schnittmaß		Kassetten Lichtmaß	
cm	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite	Länge
6 · 24	58,5±0,5	238±1	60—1	240±1	61±0,5	$242^{+1,5}_{-0,5}$
6 · 48	58,5±0,5	478±1	60—1	480±1	61±0,5	$482^{+1,5}_{-0,5}$
6 · 72	58,5±0,5	718±2	60—1	720±2	61±0,5	$723^{+1,5}_{-0,5}$
10 · 24	98,5±0,5	238±1	100—1	240±1	101±0,5	$242^{+1,5}_{-0,5}$
10 · 48	98,5±0,5	478±1	100—1	480±1	101±0,5	$482^{+1,5}_{-0,5}$
10 · 72	98,5±0,5	718±2	100—1	720±2	101±0,5	$723^{+1,5}_{-0,5}$

[1]) Diese Normen werden im Beuth-Verlag als Normblatt DIN RÖNT 35/1935 herausgegeben.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Mittelhessen, Darmstadt. 21. IX. (Sa), 16 h 30 m, T. H.: „Die physikal. Natur von Sprache und Musik als Grundlage der Fernsprechtechnik". Prof. Dr. H. Busch (m. Vorführ.).

VDE, Gau Ostsachsen, Dresden. 26. IX. (Do), 19 h 45 m, T. H.: 1. „Moderne dieselelektr. Fahrzeugantriebe". Dr.-Ing. Koeppen (m. Lichtb.). 2. „Moderne dieselelektr. Triebwagen". Reg.-Baum. Max (m. Lichtb.).

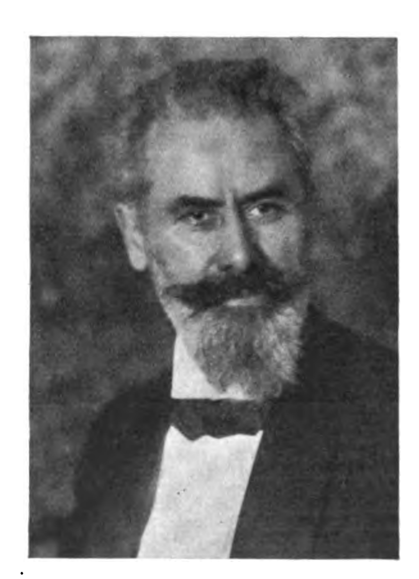
VDE, Gau Halle a. S. 23. IX. (Mo), 20 h 15 m, Phys. Inst.: „Fernsehen." Dr. Heidenreich.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Hugo Stotz †.

Wie schon kurz in H. 37 auf S. 1035 mitgeteilt, ist uns wiederum ein Pionier der Elektrotechnik durch den Tod entrissen worden. Dir. Hugo Stotz, der Begründer der Firma Stotz & Cie. G. m. b. H., Mannheim-Neckarau, welches Unternehmen später in die Hände von Brown, Boveri & Cie. AG. übergegangen ist, starb am 3. September infolge Embolie nach einer Operation.



Hugo Stotz †.

Am 14. 3. 1869 in Stuttgart geboren, kam er mit 16½ Jahren von der Schule unmittelbar in die Praxis, wo er seinen Vorgesetzten durch außergewöhnliche Konstruktionsbegabung auffiel, so daß ihm schon mit 18 Jahren Sonderaufgaben übertragen wurden. Seine technische wissenschaftliche Ausbildung erhielt er auf der Baugewerkschule in Stuttgart und später auf dem Polytechnikum. Auf der Weltausstellung 1889 in Paris fand er eine Menge Anregungen auf dem elektrotechnischen Gebiet. Am 15. 3. 1891 machte er sich in Mannheim selbständig, wo damals Handel und Industrie besonders blühten. Aus kleinen Werkstatträumen entwickelte sich allmählich ein immer größeres Unternehmen. Im Jahre 1913 konnte die in Neckarau neu gebaute Fabrik bezogen werden, also gerade zu einer Zeit, in welcher der Bau von Überlandwerken und Ortsnetzen verstärkt einsetzte. Dies brachte es mit sich, daß Stotz sich zunächst auf die Herstellung von Sonderteilen für Freileitungen und Hausanschlüsse einstellte, wie z. B. Dachständereinführungen, Abzweigklemmen, Hausanschlußsicherungen und Zählertafeln. Später wurden auch Schalter, Steckdosen und Stecker hergestellt. Auch in der Konstruktion und Herstellung von selbsttätigen Sicherungen, sog. Selbstschaltern, war Hugo Stotz bahnbrechend.

Auf Grund seiner vorzüglichen Kenntnisse der Installationstechnik ist Hugo Stotz Mitglied vieler Kommissionen des VDE gewesen und hat sich dort größter Wertschätzung erfreut. Besonders war Stotz bei der Aufstellung, Ausgestaltung und Vervollkommnung der Sicherheitsvorschriften für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen mit tätig und konnte durch seine gründliche Sachkenntnis einen bestimmenden Einfluß ausüben. In selbstlosester Weise hat Hugo Stotz sein reiches Können und Wissen der Allgemeinheit zur Verfügung gestellt.

Hugo Stotz war Ehrenmitglied des Elektrotechnischen Vereins Mannheim-Ludwigshafen und des Reichsverbandes des Deutschen Elektro-Installateurgewerbes. Er war nicht nur durch seine reichen Erfahrungen in allen Fachkreisen bekannt und geschätzt, sondern ebenso sehr durch seine warme und herzliche Freundlichkeit, mit der er seinen Fachgenossen und Mitarbeitern begegnete. Er wird daher bei allen unvergessen bleiben. *R. V.*

Carl Sulzberger †. — Am 9. d. M. verstarb im 72. Lebensjahr auf einem Ausflug in der Schweiz am Herzschlag der beratende Ingenieur Dr. phil. Carl Sulzberger, Zollikon bei Zürich. Wir kommen auf die Verdienste des Verstorbenen noch in einem besonderen Nachruf zurück.

LITERATUR.

Besprechungen.

VDE Fachberichte 1934. Auf der 36. Mitgliederversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker am 30. 6. und 1. 7. 1934 in Stuttgart erstattete Fachberichte mit Aussprachen und den zusammenfassenden Worten der Einführenden. Herausg. v. Verband Deutscher Elektrotechniker, Berlin. Mit

zahlr. Abb. u. 146 S. im Format A 4. VDE-Verlag, Berlin 1934. Preis geh. 10,20 RM, geb. 13,50 RM (f. VDE-Mitglieder 6,80 bzw. 9 RM).

Es wird kaum einen Fachgenossen geben, der nicht seine Freude an der Art hätte, in der sich jetzt bei den Verbandstagungen die technisch-wissenschaftliche Arbeit in den Fachvorträgen vollzieht. Es wird aber auch kaum einen Fachgenossen geben, der mit sich zufrieden ist, wenn er nach Abschluß der Tagung feststellt, wie viele von den Vorträgen, die er auf seinen Plan gesetzt hatte, er hat tatsächlich hören können. Die maßgebenden Stellen haben ja hinsichtlich Gruppierung und zeitlicher Verteilung der Vorträge reichlich Erfahrung gesammelt. Da aber begreiflicherweise die Wünsche der Tagungsteilnehmer weit auseinanderlaufen, ist es ausgeschlossen, eine allbefriedigende Einteilung zu treffen.

Angesichts der anderweitigen Anregungen und Ablenkungen, die eine solche Tagung bietet, wird auch nicht jeder Fachgenosse diejenige Sammlung aufbringen, die für eine volle Vertiefung in das Gehörte notwendig ist. Daher bildet die Drucklegung der Fachvorträge nicht nur eine angenehme Zugabe, sondern überhaupt erst die Grundlage für die volle Auswertung des in reichem Maße Gebotenen. Der hier zur Verfügung stehende Raum erlaubt nicht einmal, die einzelnen Vorträge ihrem Titel nach aufzuführen. Insgesamt muß gesagt werden, daß es kein Gebiet der Starkstrom- und Schwachstromtechnik gibt, in dem nicht interessante und gute Vorträge geboten worden wären. Die von den Vorsitzenden der einzelnen Fachgruppen vorangestellten Übersichten trugen nicht wenig dazu bei, durch Darlegung der bisherigen Entwicklung oder der übergeordneten Gesichtspunkte den folgenden Einzelvorträgen den rechten Rahmen zu geben. Ich glaube kaum, daß ein Fachgenosse, sei es für seine tägliche Arbeit auf dem engeren Fachgebiet, sei es für die Umschau über die Entwicklung des Gesamtgebietes, die Fachberichte wird missen wollen. L. Binder.

Der VE 301 noch leistungsfähiger. Zusatzgeräte und -Anordnungen zum Volksempfänger. Von Dr. E. Nesper. Mit 44 Abb. u. 46 S. im Format 155 × 233 mm. Radio- u. Matern-Verlag in Fa. Julius Abel, G. m. b. H., Greifswald 1934. Preis geh. 0,95 RM.

Die Herausgabe dieses Büchleins, das einem oft empfundenen Bedürfnis begegnet, ist sehr zu begrüßen und erfüllt fast alle Wünsche, die seine Leser hegen können. Es behandelt sehr ausführlich Verbesserungen auf der Eingangsseite, wie Antennenumschalter, Sperr- und Selektionskreise, ferner die Beleuchtung und Eichung der Skala, den Anschluß für einen zweiten Lautsprecher und Schallplatten, die Störschutzmittel, Heizakkumulatoren, Koffer und Konsole. Der Berichter wünscht sich noch einen Hinweis auf den Einbau leichter Batterien, um das Gerät auf der Reise mitnehmen zu können. Jeder Besitzer eines VE sollte das billige Büchlein haben, weil es ihm ermöglicht, das wertvolle Gerät noch besser auszunutzen. K. Mühlbrett.

Spangebende Formung der Metalle in Maschinenfabriken durch Werkzeuge und Werkzeugmaschinen. Von Dipl.-Ing. E. Preger. 8., völlig neu bearb. Aufl. Bd. 3 A. Werkzeugmaschinen mit geradliniger Hauptbewegung. Mit 41 Abb. i. Text u. 40 S. in 8°. Bd. 3 B. Bohrmaschinen. Mit 78 Abb. i. Text u. 79 S. i. 8°. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1934. Preis Bd. 3 A 1,60 RM, Bd. 3 B 2,80 RM.

Der dritte Band der vorhergegangenen 7. Auflage ist in Einzelbände zerlegt, von denen in dem einen die Werkzeugmaschinen mit geradliniger Hauptbewegung und in dem anderen die Bohrmaschinen behandelt werden. Für die Drehbänke, Automaten usw. ist ein weiterer Teilband vorgesehen. Der erste Teilband gibt in gedrängter Kürze einen guten Überblick über die Werkzeugmaschinen mit geradliniger Arbeitsbewegung. Auf 41 im Text verstreuten Abbildungen werden nicht Schaubilder, sondern fast durchweg gute Schnittzeichnungen und rein schematisch gehaltene Darstellungen gegeben, so daß der Leser zweifellos, soweit es bei der Kürze der Darstellung möglich ist, einen guten Überblick über dieses Gebiet erhält.

Von dem zweiten, doppelt so starken Bande läßt sich das gleiche sagen. Besonders eingehend sind die Radialbohrmaschinen und Waagerechtbohrmaschinen oder Bohrwerke behandelt. Bei diesen ist trotz des beschränkten zur Verfügung stehenden Raumes sogar eingehend auch auf Einzelheiten (Schalt- und Verstellvorrichtungen, Getriebepläne mit Drehzahlbildern usw.) eingegangen.

Beide Bücher geben wegen der straffen, übersichtlichen Zusammenstellung der weiten Gebiete besonders dem Lernenden einen guten Überblick. Für denjenigen, der sich eingehender unterrichten will, ist noch eine Übersicht über das neue Schrifttum angefügt. A. Witt.

Ringbuch-Rechenschieber. Ein Hilfsmittel für praktisches Rechnen mit Kosmos-Nomogrammen. Von Obering. O. Thiel. Verlag Kosmos-Lehrmittel, Franckh'sche Verlagshandlung W. Keller & Co., Stuttgart-O. Preis 22,50 RM.

Das als Ringbuch-Rechenschieber bezeichnete Gerät gestattet in bequemer Weise Nomogramme auszuwerten. Mit Rücksicht auf die Handlichkeit ist das Format Din A 6 gewählt worden. Der Aufbau ist jedoch so getroffen, daß man auch die einzelnen Nomogramme herauslösen und dann mit Hilfe eines durchsichtigen Lineals oder eines Streifen durchsichtigen Papiers eine genaue Auswertung vornehmen kann. Die jetzt bereits vorliegende Zahl der Nomogrammtafeln ist erheblich und umfaßt neben der zahlenmäßig am stärksten vertretenen Elektrotechnik vor allem Gebiete, die für den Werkingenieur Bedeutung haben, so Arbeitsverfahren, besonders der Materialbearbeitung, und Hebezeuge. Auf jedem Nomogramm ist rückseitig die Gebrauchsanweisung angegeben.

Gewöhnlich wird es ja so sein, daß man bestimmte Nomogramme immer wieder verwendet und dann eine Erfahrung in der Anwendung des Nomogramms genau wie beim Rechenstab erwirbt. Erst dann wird der Vorteil des nomographischen Rechnens fühlbar. Als sehr gut muß man die Schrifttumangaben auf der Rückseite der Nomogrammtafeln bezeichnen.

Über die Genauigkeit kann man sich vor Benutzung der Tafeln durch überschlägige Rechnung eines Beispiels ein Bild machen. Man hat allerdings den Eindruck, daß die in den angegebenen Beispielen teilweise genannten Genauigkeiten wohl kaum zu erreichen sind. So ist auf dem Kosmos-Nomogramm Nr. 20/14 in dem ersten Beispiel eine Ablesungsgenauigkeit angegeben, die man mit Rücksicht auf die verhältnismäßig grobe Unterteilung des betreffenden Maßstab kaum wird erzielen können. Die Unterteilung ist wieder durch das aus Handlichkeitsrücksichten notwendige Format bedingt. Zudem ist sie völlig unnötig. Diese Kleinigkeit setzt den Wert des Ringbuch-Rechenschiebers in keiner Weise herab; sie soll nur erwähnt werden, um dem Benutzer von vornherein die richtige Einstellung zum Ringbuch-Rechenschieber als einem Mittel zur Überschlagrechnung zu geben. Harald Müller.

Eingegangene Doktordissertationen.

Felix Wachsmann, Untersuchung der Reibungsverhältnisse in Elektrizitätszählern unter besonderer Berücksichtigung der Veränderlichkeit der Reibungswerte im Verlaufe längerer Betriebszeiten. T. H. München 1934.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 13. September 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 26. September 1935 | Heft 39

UMSCHAU.

Der Stand der Forschung über die Supraleitung.

537. 312. 62

Übersicht. Die neuere Forschung über die Supraleitfähigkeit betrifft folgende Punkte: Ihr Auftreten bei reinen Metallen, Legierungen und Verbindungen. — Den Einfluß von Strombelastung und Magnetfeld auf die Höhe des Sprungpunktes und die Form der Sprungkurve. — Die Änderung des Magnetfeldes in der Umgebung von Supraleitern beim Unterschreiten des Sprungpunktes und die sich daraus ergebende Änderung der Induktion im Supraleiter selbst. — Die Änderung anderer physikalischer Eigenschaften, wie der spezifischen Wärme und der Wärmeleitfähigkeit, bei Eintritt der Supraleitung. — Die Frage, wodurch sich die Bewegung der Elektronen im supraleitenden Zustand von derjenigen im nichtsupraleitenden Zustand unterscheidet. — Die thermodynamische und die phänomenologische, elektrische Theorie der Supraleitung.

Auf verschiedenen Kongressen hat man sich in letzter Zeit eingehend mit der Supraleitfähigkeit befaßt: Auf der Physiker-Tagung des Jahres 1934[1]) war ein Hauptpunkt der Tagesordnung die Physik der tiefen Temperaturen. Als ein wesentlicher Teil derselben wurde die Supraleitfähigkeit behandelt. In London veranstaltete die Royal Society, London, am 30. Mai dieses Jahres eine Aussprache über Supraleitfähigkeit, zu der Vertreter der verschiedenen Kältelaboratorien, darunter auch der Unterzeichnete, eingeladen waren. In Bristol fand Anfang Juli dieses Jahres eine von der dortigen Universität einberufene Tagung zur Aussprache über den metallischen Zustand statt. Einer der vier behandelten Punkte war wieder die Supraleitfähigkeit. Der Grund für dies große Interesse, das man der Supraleitfähigkeit z. Z. entgegenbringt, liegt wohl in folgendem:

1. Man hat in letzter Zeit die Supraleitfähigkeit bis zu erheblich tieferen Temperaturen verfolgen können als in früheren Jahren, weil man sich mit Hilfe des neuen magnetokalorischen Verfahrens dem absoluten Nullpunkt weiter annähern konnte als früher. Dabei fand man verschiedene neue Supraleiter und wird vielleicht noch erheblich mehr finden.

2. Das Problem der Supraleitfähigkeit ist in den letzten Jahren durch folgende Entdeckung in ein neues Stadium getreten: Während man früher das völlige Verschwinden der elektrischen Feldstärke bei gleichzeitig fließendem Strom als das auffallendste Merkmal der Supraleitfähigkeit ansah, wurde 1933 im Charlottenburger Kältelaboratorium gefunden, daß in reinen, massiven Supraleitern (untersucht wurden sehr reines Blei und Zinn) auch die magnetische Induktion verschwindet, wenn man die Temperatur bis zum Eintritt der Supraleitfähigkeit senkt. Bei nicht massiven Körpern, z. B. bei Hohlzylindern, werden die Verhältnisse verwickelter, und auch Legierungen scheinen sich etwas anders zu verhalten. Die neuen Feststellungen aber gaben Gorter und Casimir sowie F. und H. London Anlaß, eine thermodynamische und eine elektrisch-phänomenologische Theorie der Supraleitfähigkeit zu versuchen. Wenn auch experimentell und theoretisch von einer Überwindung aller Schwierigkeiten nicht die Rede sein kann, so ist doch durch die neuere Entwicklung ein gewisser Lichtblick in das Rätsel der Supraleitfähigkeit gekommen. Gerade die Aussprachen in London gaben Hinweise darauf, in welcher Richtung sich die experimentellen und theoretischen Untersuchungen wohl weiter zu bewegen haben.

Im folgenden sei der Stand der Forschung kurz dargestellt[2]). In dieser Zeitschrift wurde über die Supraleitfähigkeit selbst im Jahre 1914, drei Jahre nach ihrer Entdeckung, von L. Schüler[3]) berichtet und 1930 über einen Versuch von Kapitza, die Supraleitfähigkeit zu erklären[4]), der sich allerdings als verfehlt erwiesen hat. Ferner ist 1929 in dieser Zeitschrift[5]) von R. Samuel eine ausführliche Darstellung der Sommerfeldschen Elektronentheorie der Metalle gegeben worden. Allerdings hat diese Elektronentheorie sowie ihre Weiterbildung durch andere Forscher, so wertvoll sie für das Verständnis der gewöhnlichen Leitfähigkeit ist, den Schlüssel zu dem Rätsel der Supraleitfähigkeit bisher nicht zu geben vermocht, wenn auch einzelne Ansätze zu verzeichnen sind.

1. Das Auftreten der Supraleitung.

In der bereits genannten Arbeit von Schüler ist schon dargelegt, wie sich die Temperatur-Widerstands-Kurve für einen Supraleiter von derjenigen für einen Nichtsupraleiter in allertiefsten Temperaturen unterscheidet: Die Nichtsupraleiter behalten auch in den allertiefsten Temperaturen einen „Restwiderstand", der allerdings bei sehr reinen Metallen äußerst klein sein kann. Bei den Supraleitern aber sinkt der Widerstand bei einer bestimmten Temperatur ziemlich sprunghaft auf einen unmeßbar kleinen Betrag. Gold, Kupfer, Wismut, Magnesium und Germanium behalten z. B. nach den neuesten Messungen von Simon und Kürti in Oxford ihren Restwiderstand bis herunter zu 0,05 ° K, während Niobium schon bei 9,2 ° K sprunghaft supraleitend wird. Aus den Untersuchungen in Leiden und Charlottenburg folgt auch einwandfrei, daß beim Eintritt der Supraleitfähigkeit nicht nur der ziemlich temperaturunabhängige Restwiderstand verschwindet, der durch Verunreinigungen und Verformungen bewirkt wird, sondern auch der andere, von der Temperatur abhängige Teil des Widerstandes. Hierdurch ist der Annahme von Kapitza, die Supraleitfähigkeit bestände allein im Verschwinden des Restwiderstandes, der Boden entzogen. In Tafel 1 sind die reinen Metalle, die nach den bisherigen Untersuchungen supraleitend werden, durch fetten Druck im periodischen System der Elemente hervorgehoben und ihre Sprungtemperaturen eingetragen. Man sieht, daß gewisse Stellen des periodischen Systems bevorzugt sind. Ob auch die anderen Metalle in noch tieferen Temperaturen supraleitend werden, bleibt abzuwarten.

Die Sprungkurve ist um so steiler, d. h. der Übergang vom nicht supraleitenden zum supraleitenden Zustand beim Sinken der Temperatur erfolgt um so schneller, je

[1]) Bericht: ETZ 55 (1934) S. 1151.

[2]) Das Schrifttum ist, soweit es nicht im Text selbst angezogen ist, am Ende des Aufsatzes zusammengestellt.

[3]) ETZ 35 (1914) S. 1011.

[4]) ETZ 51 (1930) S. 913.

[5]) ETZ 50 (1929) S. 1481.



Zahlentafel 1. Periodisches System der Elemente mit fettgedruckten Supraleitern und ihren Sprungtemperaturen in ° K.

Periode	Gruppe																	
	Ia	IIa	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIIIa	VIIIb		Ib	IIb	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIIIb
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be	5 B	6 C											7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg <0,05°	13 **Al** 1,1°	14 Si											15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 **Ti** 1,8°	23 **V** 4,4°	24 Cr	25 Mn	26 Fe <0,75°	27 Co	28 Ni <0,75°	29 Cu <0,05°	30 **Zn** 0,79°	31 **Ga** 1,1°	32 Ge <0,05°	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 **Zr** 0,7°	41 **Nb** 9,2°	42 **Mo** 1° ?	43 Ma	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 **Cd** 0,6°	49 **In** 3,4°	50 **Sn** 3,7°	51 Sb	52 Te	53 I	54 X
6	55 Cs	56 Ba	57—71 Erdmet.	72 **Hf** 0,3°	73 **Ta** 4,4°	74 W <0,74°	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt <0,77°	79 Au <0,05°	80 **Hg** 4,1°	81 **Tl** 2,4°	82 **Pb** 7,3°	83 Bi	84 Po	85—	86 Em
7	87—	88 Ra	89 Ac	90 **Th** 1,4°	91 Pa	92 U												

idealer das Kristallgitter des Kristalles und je kleiner die Strombelastung ist, am steilsten also bei einem sehr reinen, mit geringem Strom belasteten Einkristall.

Die Zahl der Legierungen, an denen man bisher Supraleitfähigkeit festgestellt hat, ist außerordentlich groß. Man findet Supraleitfähigkeit sowohl an Mischkristalllegierungen wie an heterogenen Gemengen und eutektischen Legierungen. Nimmt man die Sprungpunkte von Legierungen in Abhängigkeit von der Zusammensetzung der Legierung auf, so erhält man durch die so gewonnenen Kurven ein genaues Bild der Art der Legierung: An den Stellen, wo die Legierungsart sich ändert, z. B. wo eine Mischkristallegierung in eine eutektische Legierung übergeht, treten Knickpunkte der Kurven auf. Abb. 1 zeigt dies am Beispiel der Blei-Wismut-Legierungen.

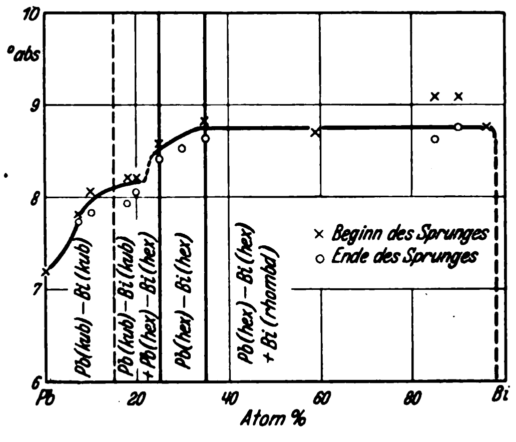


Abb. 1. Sprungpunkte der Blei-Wismut-Legierungen.

Nicht nur Legierungen zwischen zwei Supraleitern werden supraleitend, sondern teilweise auch Legierungen zwischen einem Supraleiter und einem Nichtsupraleiter. Hierbei kann der Sprungpunkt sogar oberhalb desjenigen des Supraleiters liegen. Ein Beispiel hierfür sind die Blei-Wismut-Legierungen, deren Sprungpunkte bis herauf zu 8,8 ° K liegen, während der Sprungpunkt des reinen Bleis 7,2 ° K beträgt. Es gibt sogar supraleitende Legierungen, die aus zwei an sich, soweit bisher bekannt ist, nicht supraleitfähigen Stoffen zusammengesetzt sind. Beispiel hierfür ist eine Legierung zwischen Gold und Wismut, die der Verbindung Au_2Bi entspricht. Sie wird nach Untersuchungen von De Haas, van Aubel und Voogd sowie von De Haas und Jurriaanse bei 1,8 ° K supraleitend, während, wie oben erwähnt, Gold und Wismut selbst noch bei 0,05 ° K nicht supraleitend sind. Ein weiteres Beispiel sind die von Meißner, Franz und Westerhof untersuchten Molybdän-Kohlenstoff-Legierungen, deren Sprungpunkte je nach der Zusammensetzung (3 bis 60 Atomprozent Kohlenstoff) zwischen 1,3 und 8,5 ° K liegen. Es ist allerdings möglich, sogar vielleicht wahrscheinlich, daß reines Molybdän bei 1 ° K supraleitend wird, wie schon in Tafel 1 angegeben ist. Dann wäre die eine Komponente doch ein Supraleiter.

Aber nicht nur Verbindungen und Legierungen zwischen zwei elektrisch leitenden Stoffen werden supraleitend, sondern auch gewisse Verbindungen zwischen Metallen und elektrischen Nichtleitern, z. B. einige Sulfide, Nitride und Oxyde. Interessant ist dabei folgendes: Während die Sprungkurven der Legierungen im allgemeinen viel weniger steil sind als diejenigen der reinen Metalle, so daß der Temperaturbereich, innerhalb dessen der Widerstand verschwindet, bis zu 1° beträgt, fällt der Widerstand bei den chemischen Verbindungen ebenso plötzlich ab wie bei den reinen Metallen. Als ein Beispiel ist in Abb. 2 die Sprungkurve von Kupfersulfid (CuS) dargestellt, dessen Supraleitfähigkeit von Meißner aufgefunden wurde. Als Ordinate r ist dabei das Verhältnis des Widerstandes bei der Meßtemperatur zu dem bei 0 ° C, als Abszisse der Dampfdruck des flüssigen Heliums bzw. (obere Skala) die absolute Temperatur aufgetragen.

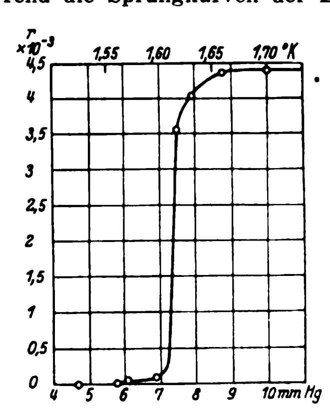


Abb. 2. Sprungkurve von CuS.

2. Der Einfluß eines Magnetfeldes.

Es wurde schon erwähnt, daß die Form der Sprungkurve von dem Belastungsstrom des Supraleiters abhängig ist. Dies hängt im wesentlichen mit dem Magnetfeld zusammen, das den Belastungsstrom erzeugt. Ausgedehnte Untersuchungen, die in Leiden von Kamerlingh Onnes sowie von De Haas und seinen Mitarbeitern durchgeführt wurden, haben folgendes ergeben: Durch ein äußeres Magnetfeld wird der Sprungpunkt zu tieferen Temperaturen herabgedrückt. Läßt man die Temperatur unverändert und steigert das Magnetfeld, so erhält man für den Widerstand als Funktion des Magnetfeldes eine der Temperaturwiderstandskurve ähnliche Sprungkurve, wie schon in der Arbeit von Schüler dargelegt ist. Es treten hierbei aber nach neueren Arbeiten gewisse Hysteresiserscheinungen auf: Die Kurve, die man beim Vermindern des Magnetfeldes erhält, ist nicht dieselbe, die sich beim Verstärken des Magnetfeldes ergibt. Besonders groß werden diese Hysteresiserscheinungen bei der Verwendung von Einkristallen. Ferner sind die Erscheinungen verschieden je nachdem, ob man ein Feld verwendet, das parallel zu dem untersuchten Einkristalldraht gerichtet ist (longitudinales Feld) oder senkrecht zu ihm (transversales Feld). Dies ist aus Abb. 3 und 4 zu ersehen. Man muß hierbei ferner noch folgendes beachten: Mißt man das Magnetfeld in größerer Entfernung von dem Supraleiter, so findet man für die Feldstärke, bei der die Supraleitfähigkeit beim Steigen des Feldes gerade verschwindet, im longitudinalen Fall (Abb. 3) etwa den doppelten Wert wie im transversalen Fall (Abb. 4). Dies beruht, wie von Laue gezeigt hat, auf folgendem: Das Magnetfeld kann in den vollkommenen Leiter, den der Supraleiter darstellt, nicht eindringen, sondern wird durch Oberflächenströme, die beim Verstärken des Magnetfeldes induziert werden, abgeschirmt. Dabei werden die Kraftlinien im Falle des transversalen Feldes nahe der Oberfläche stark zusammengedrängt, und zwar bei einem zylindrischen Draht gerade bis zum doppelten Wert der Feldstärke, der in größerer Entfernung von dem Supraleiter



vorhanden ist, während im Falle des longitudinalen Feldes bei einem langen, dünnen Draht diese Zusammendrängung der Kraftlinien zu vernachlässigen ist. Der Wert des Feldes, bei dem beim Vermindern der Feldstärke der Widerstand wieder verschwindet, ist insbesondere im longitudinalen Fall nicht immer derselbe, wie Abb. 3 zeigt,

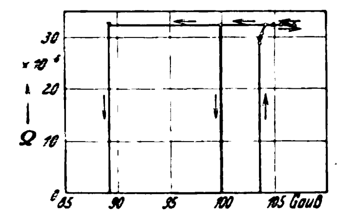


Abb. 3. Einfluß eines longitudinalen Magnetfeldes auf die Supraleitfähigkeit eines Zinn-Einkristalls bei 2,92° K.

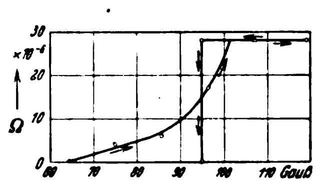


Abb. 4. Einfluß eines transversalen Magnetfeldes auf die Supraleitfähigkeit eines Zinn-Einkristalls bei 2,89° K.

und der Anstieg des Widerstandes beim Vergrößern des Feldes ist im longitudinalen Fall viel plötzlicher als im transversalen Fall. Das allmähliche Ansteigen des Widerstandes im transversalen Feld hängt, wie neuere Untersuchungen von De Haas und Casimir-Jonker gezeigt haben, damit zusammen, daß das Magnetfeld nur allmählich in den Supraleiter eindringt. Die Versuchsanordnung war dabei folgende (Abb. 5): Der verwendete zylindrische Zinneinkristall besaß längs seiner Achse und parallel zu ihr in 1 mm Entfernung von der Oberfläche 3 Bohrungen. Die Feldstärke in diesen 3 Bohrungen wurde mit Hilfe von Wismutwiderstandsdrähten festgestellt. Dabei ergab sich, daß ein magnetisches Feld in der Mittelbohrung erst bei einer deutlich größeren äußeren Feldstärke auftrat als in den Bohrungen nahe der Oberfläche. Dies hängt schon etwas mit dem in der Ein-

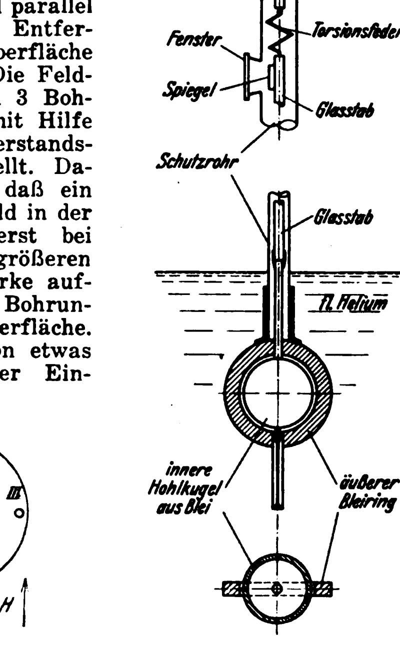


Abb. 5. Versuchsanordnung von De Haas u. Casimir-Jonker.

Abb. 6. Dauerströme in Hohlkugel aus Blei.

leitung erwähnten, in den letzten Jahren festgestellten neuen Effekt zusammen, der dem Verschwinden des Widerstandes parallel geht, nämlich der Änderung der Induktion im Supraleiter.

3. Die Änderung der magnetischen Induktion im Supraleiter beim Unterschreiten des Sprungpunktes.

Man hatte früher angenommen, daß die magnetischen Induktionslinien, die oberhalb des Sprungpunktes einen Supraleiter fast ungehindert durchsetzen, da die Permeabilität aller supraleitenden Stoffe oberhalb ihres Sprungpunktes nahezu Eins ist, beim Unterschreiten des Sprungpunktes in dem Supraleiter einfrieren, und daß dies eingefrorene Magnetfeld unterhalb des Sprungpunktes durch Änderungen des äußeren Magnetfeldes nur dann beeinflußt werden kann, wenn dabei der Schwellenwert der Supraleitfähigkeit überschritten wird (vgl. Abschn. 2), so daß die Supraleitfähigkeit vernichtet wird. Letzteres folgt auch unmittelbar aus den Maxwellschen Gleichungen, falls man in ihnen die Leitfähigkeit als unendlich groß annimmt: Ist $\mathfrak{B}_n$ die normal zur Oberfläche des Supraleiters gerichtete Komponente der äußeren magnetischen Feldstärke und $\mathfrak{E}$ die elektrische Feldstärke, so ist nach den Maxwellschen Gleichungen

$$\frac{d\mathfrak{B}_n}{dt} = -c\,\mathrm{rot}_n\,\mathfrak{E}.$$

Da $\mathfrak{E}$ im Supraleiter Null ist und die tangentiellen Komponenten der elektrischen Feldstärke stetig sind, so ist $d\mathfrak{B}_n/dt$ Null: $\mathfrak{B}_n$ behält also dauernd den Wert, den es bei Eintritt der Supraleitfähigkeit hatte.

Diese Anschauung wurde auch scheinbar durch viele Experimente gestützt. Z. B. war im Leidener Laboratorium folgender Versuch gemacht worden: Ein Bleiring oder eine Hohlkugel aus Blei war an einer Torsionsfeder innerhalb eines äußeren Bleiringes aufgehängt (Abb. 6). Das Ganze wurde in flüssigem Helium bei Anwesenheit eines starken äußeren Magnetfeldes, dessen Kraftlinien senkrecht zur Ebene des Bleiringes verliefen, bis unter den Sprungpunkt abgekühlt und sodann das äußere Magnetfeld ausgeschaltet. Drehte man nun mit Hilfe der Torsionsfeder den inneren Bleiring oder die Bleikugel um einen gewissen Winkel aus der ursprünglichen Lage heraus, so konnte man mit Hilfe der Torsionsfeder sowie von Spiegel und Skala (vgl. Abb. 6) feststellen, daß ein Drehmoment zwischen dem inneren Bleiring oder der inneren Hohlkugel aus Blei und dem äußeren Bleiring auftritt. Dies erschien nur verständlich, wenn das ursprünglich vorhandene Magnetfeld in dem Bleiring bzw. in der Hohlkugel aus Blei eingefroren war, also beim Abschalten des äußeren Feldes bestehen blieb. Bei der Hohlkugel aus Blei mußte man außerdem den Schluß ziehen, daß die eingefrorenen Kraftlinien im Supraleiter unverschiebbar sind.

Aus diesen Messungen konnten die Leidener Physiker folgern, daß der Widerstand bei Eintritt der Supraleitfähigkeit höchstens 10^{-12} von dem Widerstand bei Zimmertemperatur beträgt. Die Kraftwirkung zwischen innerem und äußerem Bleiring änderte sich nämlich 6 Stunden lang nicht nachweisbar, bis schließlich das flüssige Helium verdampft war. Aus der so gewonnenen Relaxationszeit und aus Selbstinduktion und gegenseitiger Induktion der Supraleiter kann man den Grenzwert des Widerstandes berechnen.

Das eingefrorene Magnetfeld wird offenbar aufrechterhalten durch Ströme, die beim Ausschalten des äußeren Magnetfeldes nahe der Oberfläche der Supraleiter induziert werden. Diese Ströme von mehreren 100 A flossen in den Supraleitern also während der 6 Stunden ohne Energiezufuhr ungeändert fort.

Bei den oben angestellten Ableitungen aus den Maxwellschen Gleichungen ist natürlich vorausgesetzt, daß die Permeabilität des Stoffes sich bei Eintritt der Supraleitfähigkeit nicht ändert.

In völligem Gegensatz hierzu und zu der Deutung der eben beschriebenen Leidener Versuche wurde nun 1933 durch Meißner und Ochsenfeld im Charlottenburger Kältelaboratorium folgendes festgestellt: Befindet sich ein massiver zylindrischer Stab aus sehr reinem Blei oder sehr reinem Zinn (verwendet wurden sehr reine Zinneinkristalle und sehr reines polykristallines Blei) in einem äußeren, schwachen, homogenen Magnetfeld (es betrug etwa 5 Gauß), so wird beim Senken der Temperatur unter den Sprungpunkt beim Durchschreiten des Sprungpunktes das Magnetfeld völlig aus dem Supraleiter verdrängt, ohne daß an dem äußeren Magnetfeld irgend etwas geändert ist. Von einem Einfrieren des Magnetfeldes ist also in diedem Fall keine Rede. Es ist so, als ob die Permeabilität bei Eintritt der Supraleitfähigkeit den Wert Null annimmt. Abb. 7 zeigt schematisch den Kraftlinienverlauf vor und nach Eintritt der Supraleitfähigkeit. Das Kraftlinienfeld wurde rings um den Supraleiter genau ausgemessen mit Hilfe einer kleinen, um

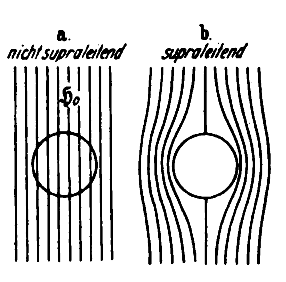


Abb. 7. Veränderung des Magnetfeldes beim Unterschreiten des Sprungpunktes nach Meißner.

180 ° schwenkbaren Prüfspule, und zwar wurde dabei nicht nur die Stärke, sondern auch die Richtung des Magnetfeldes festgestellt. Die Einzelwerte stimmen recht genau mit der Annahme überein, daß die Permeabilität Null wird, d. h. daß die magnetische Induktion im Supraleiter verschwindet.

Aber die Verhältnisse liegen leider nicht so einfach, daß diese Darstellungsweise in allen Fällen möglich ist: Hat man einen Hohlzylinder statt eines massiven Zylinders, so liegen die Verhältnisse sehr viel verwickelter. Das äußere Feld, das nach Durchschreiten des Sprungpunktes vorhanden ist, entspricht nicht mehr völlig der Annahme, daß die Induktion im Supraleiter verschwindet. Es bleibt in der inneren Bohrung des Einkristalls ein magnetisches Feld zurück, das nahezu homogen ist und offenbar nahezu an allen Stellen der inneren Oberfläche Normalkomponenten zu dieser besitzt. Die Stärke dieses inneren Feldes wächst beim Durchschreiten des Sprungpunktes sogar noch um etwa 10 % an. Schaltet man das äußere Feld aus, so verschwindet bei den massiven Zylindern das Feld in der Umgebung des Supraleiters völlig. Anders bei den Hohlzylindern: Es bleibt in der Bohrung und außerhalb des Rohres ein remanentes Feld zurück, das in Abb. 8 nach

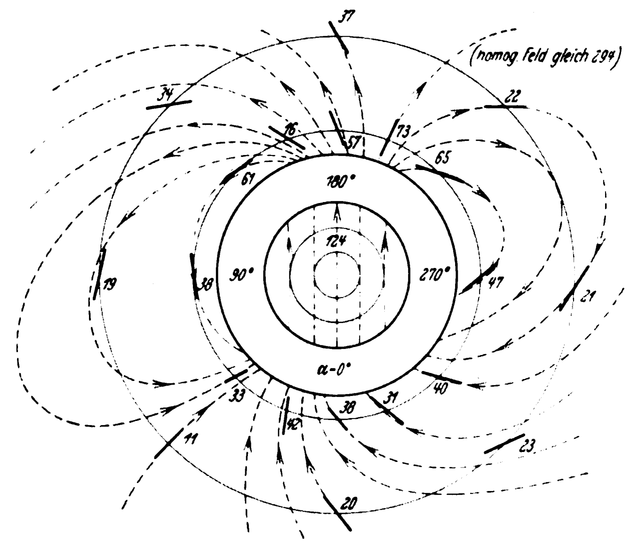


Abb. 8. Remanentes Feld eines Zinn-Einkristallrohres nach Meißner und Heidenreich.

Messungen von Meißner und Heidenreich schematisch dargestellt ist. Die eingeschriebenen Zahlen entsprechen der Feldstärke an den betreffenden Stellen, falls das homogene Feld gleich 294 gesetzt ist. Ferner zeigt sich, daß auch bei diesem magnetischen Effekt Hysteresiserscheinungen auftreten: z. B. ist die Temperatur, bei der die Induktion im massiven Supraleiter bei abnehmender Temperatur verschwindet, eine andere als die, bei der das Magnetfeld bei zunehmender Temperatur wieder in den massiven Supraleiter eindringt. Die beiden Temperaturen entsprechen durchaus denjenigen, bei denen das Verschwinden und Wiederauftreten des Widerstandes in einem Zinn-Einkristall stattfindet, wenn man während der ganzen Messungen den Belastungsstrom, der zur Messung des Widerstandes aus Strom und Spannung an den Enden des Supraleiters benutzt wird, nicht umkehrt. Zweifellos besteht auch ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen den beiden Erscheinungen: Das Magnetfeld des Belastungsstromes wird bei Eintritt der Supraleitfähigkeit aus dem Supraleiter verdrängt und tritt beim Verschwinden der Supraleitung wieder in ihn ein. Der ursprünglich über den Querschnitt gleichmäßig verteilte Belastungsstrom wird bei Eintritt der Supraleitfähigkeit spontan ohne irgendeinen äußeren Anlaß zu einem Oberflächenstrom. Kehrt man den Strom um, wie es meist üblich ist, während der Aufnahme der Sprungkurven dauernd zur Elimination von Thermokräften, so treten die Hysteresiserscheinungen nicht auf. Man erhält in diesem Fall eine mittlere Sprungkurve, die zwischen den beiden mit unverändertem Strom erhaltenen liegt.

Nach neuen Messungen in Oxford und in Leiden, über die auf der Londoner Tagung berichtet wurde, liegen die Verhältnisse bei Legierungen, schon wenn man massive Körper hat, wesentlich verwickelter als bei ganz reinen Stoffen. Auch bei einem massiven Körper aus einer supraleitenden Legierung verschwindet bei Eintritt der Supraleitfähigkeit die Induktion, wie es scheint, nicht völlig, sondern erst bei einer wesentlich tieferen Temperatur. Der Bruchteil des Magnetfeldes, der im Supraleiter beim Unterschreiten des Sprungpunktes zunächst zurückbleibt, ist um so größer, je stärker der Prozentsatz des Zusatzes zu dem reinen Ausgangsstoff ist. Auch bei Legierungen sind Hysteresiserscheinungen beim Heruntergehen und Heraufgehen der Temperatur vorhanden sowie auch solche beim Heruntergehen und Heraufgehen mit dem Magnetfeld. Diese starken Hysteresiserscheinungen sind vielleicht wesentlich für die Effekte in massiven Legierungen.

Wie sind nun diese verschiedenen Ergebnisse zu verstehen? Klarheit hierüber herrscht noch nicht, sondern kann wohl nur durch neue Versuche erbracht werden. Eine Hypothese, die die Sache vielleicht verstehen läßt, rührt von Gorter und Casimir (Leiden) her: Sie nehmen an, daß grundsätzlich beim Eintritt der Supraleitfähigkeit in dem Supraleiter selbst die Induktion immer völlig verschwindet, daß aber in einzelnen Fällen an einzelnen Stellen des Stoffes die Kraftliniendichte beim Verdrängen der Kraftlinien aus dem Stoff so groß wird, daß der Schwellenwert des Magnetfeldes überschritten wird und die Supraleitfähigkeit an diesen Stellen verschwindet. An diesen Stellen bleibt dann das Magnetfeld auch nach Unterschreiten des Sprungpunktes bestehen, aufrechterhalten durch Oberflächenströme des umgebenden supraleitenden Stoffes. Um die Erscheinungen in Legierungen zu verstehen, muß man allerdings mit F. und H. London, auf deren Arbeiten wir gleich noch zu sprechen kommen, annehmen, daß die Legierung bei Eintritt der Supraleitfähigkeit in feine Schichten aufgespalten wird, die abwechselnd supraleitend und nichtsupraleitend sind. Auch zum Verständnis des homogenen remanenten Feldes im Innern des Zinn-Einkristallrohres ist etwas derartiges schon notwendig. Man wird zugeben, daß diese Erklärung, wenn möglich, so doch jedenfalls nicht ohne weiteres befriedigend ist. Sie hat aber deswegen etwas Bestechendes, weil sie eine verhältnismäßig einfache thermodynamische Behandlung der Vorgänge im Supraleiter gestattet, wie Gorter und Casimir gezeigt haben.

4. Verhalten der spezifischen Wärme und der Wärmeleitfähigkeit bei Eintritt der Supraleitung.

Ganz kurz mag hier noch folgendes erwähnt werden: Die spezifische Wärme eines Supraleiters erleidet am Sprungpunkt zur Supraleitfähigkeit nach Arbeiten von Keesom und seinen Mitarbeitern einen Sprung, der bei Zinn etwa 30 % der spezifischen Wärme ausmacht. Ein Magnetfeld, das den Eintritt der Supraleitfähigkeit verhindert, hebt auch den Sprung der spezifischen Wärme auf. Ohne Anwesenheit eines äußeren Magnetfeldes erleidet bei reinen Metallen nur die spezifische Wärme einen Sprung, nicht aber der Energieinhalt des Supraleiters selbst. Ist dagegen ein äußeres Magnetfeld vorhanden, so tritt außer dem Sprung der spezifischen Wärme auch eine Wärmetönung auf (Umwandlungswärme). Auch bei diesen Messungen konnte Keesom durch gewisse Überlegungen feststellen, daß die magnetische Induktion in dem Supraleiter im Einklang mit den Versuchen von Meißner und Ochsenfeld selbst zum großen Teil verschwand, wenn der Sprungpunkt unterschritten wurde.

Bei der Wärmeleitfähigkeit ist der Einfluß der Supraleitfähigkeit weniger stark. Sie bleibt nahezu ungeändert, was wichtig ist für die Elektronentheorie der Supraleitfähigkeit: Würden sämtliche Elektronen, die den gewöhnlichen Leitungsstrom tragen, am Sprungpunkt supraleitend, so könnten sie keine Wärme mehr von wärmeren Stellen auf kältere Stellen übertragen. Die Wärmeleitfähigkeit müßte am Sprungpunkt bis auf den Bruchteil sinken, der durch die Kristalleitfähigkeit des Stoffes, die auch bei Nichtleitern vorhanden ist, hervorgerufen wird. Es kann daher nur ein sehr kleiner Bruchteil der normalen Leitungselektronen am Sprungpunkt supraleitend werden, oder es müssen überhaupt neue Elektronen, die vorher dem Atomrest angehörten, die Supraleitfähigkeit bewirken.

Bei Indium konnten De Haas und Bremmer, Leiden, einen kleinen Sprung der Wärmeleitfähigkeit bei



Eintritt der Supraleitfähigkeit feststellen. Ferner ergab sich, daß die Wärmeleitfähigkeit unterhalb der Sprungpunkttemperatur etwas steigt, wenn die Supraleitfähigkeit durch ein äußeres Magnetfeld vernichtet wird. Dies deutet darauf hin, daß dann die Supraleitelektronen zur Wärmeleitung beitragen. — Bei Legierungen liegen die Verhältnisse wieder viel verwickelter, sowohl hinsichtlich der spezifischen Wärme wie hinsichtlich der Wärmeleitfähigkeit.

5. Theorie der Supraleitfähigkeit.

Die Sommerfeldsche, auch in dieser Zeitschrift beschriebene Elektronentheorie[6]), die auf den Einfluß der Restatome des Metalls noch keine Rücksicht nahm, kann die Supraleitfähigkeit in keiner Weise erfassen. Aber auch ihre Fortentwicklung, die der Wirkung der Restatome Rechnung trägt, konnte, so große Erfolge sie für die gewöhnliche Leitfähigkeit hatte, hinsichtlich der Supraleitfähigkeit keinen wesentlichen Fortschritt erzielen. Z. B. geben die diesbezüglichen Arbeiten Schachenmeiers keinerlei Anhalt für das plötzliche Verschwinden des Widerstandes, das doch das wesentliche Kennzeichen für die Supraleitung ist und elektronentheoretisch verständlich zu machen sein müßte.

Von phänomenologischen Theorien sind zunächst diejenigen von von Laue sowie von von Laue und Möglich zu erwähnen, die schon bei der Behandlung des magnetischen Schwellenwertes oben benutzt wurden. Sie tragen aber dem Verschwinden bzw. der Änderung der Induktion im Supraleiter beim Durchschreiten des Sprungpunktes noch nicht Rechnung, da sie vor Auffindung dieser Effekte ausgearbeitet wurden.

Dagegen tut dies eine thermodynamische Theorie der Supraleitung von Gorter und Casimir, sowie eine ganz neuerdings ausgearbeitete phänomenologische elektrische Theorie der Supraleitung von den Brüdern F. und H. London. Diese Theorien mögen noch ganz kurz besprochen werden.

Gorter und Casimir nehmen, wie schon erwähnt, an, daß entsprechend den neuen magnetischen Effekten im supraleitenden Zustand die Permeabilität immer Null ist und an einigen Stellen wegen Überschreitung des Schwellenwertes die Supraleitfähigkeit vernichtet wird, so daß dort ein Magnetfeld bestehen bleiben kann. Sie wenden nun die beiden Hauptsätze der Thermodynamik auf Magnetisierungsvorgänge an, bei denen die durch Temperatur und Magnetfeld bestimmte Grenzkurve zwischen Supraleitung und Nichtsupraleitung durchschritten wird, und leiten so eine Formel ab, die Rutgers schon früher aufgestellt hatte. Die Formel gestattet, die Abhängigkeit des magnetischen Schwellenwertes von der Temperatur aus dem Sprung der spezifischen Wärme bei Eintritt der Supraleitung zu berechnen, und zwar in sehr guter Übereinstimmung mit dem Versuch. Die Forscher kommen weiter in Übereinstimmung mit den Versuchen von De Haas und Mitarbeitern zu dem Ergebnis, daß bei der Vernichtung der Supraleitfähigkeit durch ein Magnetfeld das letztere nur allmählich in den Körper eindringt. Sie werden dabei schließlich zu der Annahme geführt, daß beim Abkühlen von Supraleitern im Magnetfeld nicht größere, zusammenhängende, nichtsupraleitende Gebiete übrigbleiben können, sondern daß eine feine Unterteilung der Supraleiter eintreten muß, etwa derart, daß feine, fadenförmige, nichtsupraleitende Gebiete übrigbleiben, in denen der Schwellenwert des Magnetfeldes überschritten ist, falls die Induktion nicht überall Null wird.

Die phänomenologische Theorie, die die Brüder F. und H. London ausgearbeitet haben, bedurfte zunächst gewisser Abänderungen mit Rücksicht auf gewisse unmögliche Folgerungen, die von Laue den Verfassern nachwies. Der Grundgedanke, der auch nach diesen Abänderungen u. U. bestehen bleiben kann, ist folgender: An Stelle des für gewöhnliche Leiter gültigen Ohmschen Gesetzes tritt für Supraleiter ein anderes Gesetz, das für den stationären Fall folgendermaßen lautet:

$$\Lambda \operatorname{rot} I = -\frac{1}{c}\,\mathfrak{H}; \qquad \Lambda = m/n\,e^2.$$

[6]) Wie Fußnote 5.

Hierbei ist I die Stromdichte, $\mathfrak{H}$ die magnetische Feldstärke, c die Lichtgeschwindigkeit, m und e Masse und Ladung des Elektrons und n die Zahl der Supraleitelektronen je cm^3. Λ ist hiernach eine den Supraleiter kennzeichnende Größe. Nach der obigen Gleichung fallen I und $\mathfrak{H}$ mit Rücksicht auf die Kleinheit von Λ dicht an der Oberfläche des Supraleiters sehr rasch auf verschwindende Werte ab, so daß entsprechend den neuen Befunden an reinen Metallen die magnetische Feldstärke im Innern des Supraleiters immer Null ist. Da in dieser Gleichung die elektrische Feldstärke überhaupt nicht mehr vorkommt, würde nach der Londonschen Theorie die Magnetostatik auch im Falle stationärer Strömung vollkommen von der Elektrostatik getrennt sein. Gerade dies führt zu einem Teil der oben erwähnten, durch von Laue betonten Schwierigkeiten, die F. London durch Festlegung bestimmter Grenzbedingungen zu überwinden hofft.

Um die Erscheinungen in röhrenförmigen Supraleitern und Legierungen zu erklären, nehmen F. und H. London an, daß entsprechend der Hypothese von Casimir und Gorter in diesen Fällen Schichtungen auftreten, die abwechselnd aus supraleitendem und nichtsupraleitendem Stoff bestehen, wobei der nichtsupraleitende Stoff allein dadurch entsteht, daß in ihm der Schwellenwert des Magnetfeldes überschritten ist.

Bei allen Betrachtungen lassen F. und H. London die Maxwellschen Gleichungen mit der Permeabilität Eins bestehen. Letzteres ist allerdings nicht grundsätzlich notwendig. Jedenfalls aber ist nach ihrer Theorie keineswegs die Permeabilität im Supraleiter Null, wie man es zunächst auf Grund der Experimente an massiven, reinen Supraleitern annehmen könnte.

Ob die Theorie von F. und H. London einen richtigen Kern enthält oder nicht, läßt sich wohl erst nach weiteren Versuchen und weiterer Ausarbeitung der Theorie entscheiden.

Zusammenfassung.

Die Forschungen der letzten Jahre haben folgendes ergeben: Die Supraleitfähigkeit tritt nicht nur bei reinen Metallen, sondern auch bei allen Arten von Legierungen und bei chemischen Verbindungen auf. Die bis jetzt festgestellten Sprungpunkte der reinen Metalle liegen zwischen 9,2 und 0,3 ° K. Die Supraleitfähigkeit ist in ähnlicher Weise wie von der Temperatur auch von dem äußeren Magnetfeld abhängig. Beim Übergang zur Supraleitfähigkeit treten in beiden Fällen auch Hysteresiserscheinungen auf. Das Magnetfeld dringt nur allmählich in den Supraleiter ein. Bei Eintritt der Supraleitfähigkeit wird in massiven, reinen Metallen die magnetische Induktion sprunghaft Null. Kleine Änderungen erleiden auch die spezifische Wärme und die Wärmeleitfähigkeit. Die thermodynamische Theorie deckt Zusammenhänge zwischen der Änderung der spezifischen Wärme und dem Magnetfeldeinfluß auf. Die phänomenologische, elektrische Theorie der Supraleitung läßt sich anscheinend nicht ohne durchgreifende Änderung der Maxwellschen Theorie durchführen.

Schrifttum:

1. W. Meißner, Supraleitfähigkeit, Ergebnisse der exakten Naturw. 11 (1932) S. 219 (mit Verzeichnis der älteren Literatur).
2. W. Meißner, Supraleitfähigkeit, Handbuch der Experimentalphysik Bd. 11, Teil 2, S. 204 (im Erscheinen).
3. W. Meißner, Bericht über neuere Arbeiten zur Supraleitfähigkeit. Z. techn. Physik 15 (1934) S. 507 (mit Literaturverzeichnis).
4. T. C. Keeley, K. Mendelssohn, J. A. Moore, Experiments on supraconductors, Nature 134 (1934) S. 773.
5. K. Mendelssohn u. J. A. Moore, Supraconducting alloys, Nature 135 (1935) S. 826.
6. W. Kürti u. F. Simon, Further experiments with the magnetic-cooling method. Nature 135 (1935) S. 31.
7. W. J. de Haas u. J. M. Casimir-Jonker, Penetration of a magnetic field into supraconductors, Nature 135 (1935) S. 30.
8. F. G. A. Tarr u. J. G. Wilhelm, Canad. J. Res., Ottawa, 12 (1935) S. 265.
9. L. W. Schubnikow u. W. J. Chotkewitsch, Phys. sov. 6 (1935) S. 606.
10. F. u. H. London, The electromagnetic equations of the supraconductor, Proc. Roy. Soc., Lond., 149 (1935) S. 71.
11. F. u. H. London, Supraleitung und Diamagnetismus, Physica (Gravenhage, Neederland) 2 (1935) S. 341.

W. Meißner, München.



Bau und neuzeitliche Umgestaltung von Mittelspannungs-Schaltanlagen.

Von Dipl.-Ing. **Hans Russel**, Eßlingen a. N.

(Schluß von S. 1040.)

621. 316. 267. 027. 3

Anlagen Altbach.

Der ältere Teil der Altbacher Anlagen besteht aus einem am Neckar gelegenen Dampf- und Wasserkraftwerk, verbunden mit einer im gleichen Gebäude untergebrachten 10 kV-Schaltanlage für acht Generatoren und eine Anzahl Netzspeiseleitungen. Als schon vor Jahren die Eigenerzeugung nicht mehr ausreichte und durch Aufnahme des Fremdstrombezugs aus den Alpen- und Schwarzwaldwasserkräften kräftig unterstützt werden mußte, wurde ein getrenntes 35/10 kV-Umspannwerk errichtet, von dessen Unterspannungsseite aus die Sammelschienen der Schaltanlage im Kraftwerksgebäude über mehrere Kabel gespeist werden. In dieser Anlage standen seither außer den acht Schaltfeldern für die Generatoren nur weitere acht Felder für die 10 kV-Verteilung zur Verfügung, während ohne Reserve schon 13 Felder für abgehende Leitungen, Kupplung, Kraftwerks-Eigenbedarf und Messung gebraucht wurden. Aus Platzmangel für weitere Ölschalterzellen mußten damals zwei besondere Unterstationen geschaffen werden.

Bei dieser Anlage bestand schon seit einiger Zeit das Bedürfnis nach einer grundlegenden Änderung in folgenden Punkten:

1. Anpassung der Schalter und Wandler an die inzwischen gewachsene Kurzschlußleistung.
2. Vereinfachung des Betriebs durch Beseitigung der beiden Unterstationen und Schaffung eines eigenen Feldes für jeden Abzweig in der Hauptanlage.
3. Schaffung einer Erweiterungsmöglichkeit für den Anschluß weiterer 10 kV-Abzweige.
4. Beseitigung der nur noch beschränkt zulässigen Anordnung der Ölschalter in offenen Zellen.
5. Schaffung einer geschlossenen Warte zur Verbesserung des Schalt- und Störungsdienstes.

Die Lösung dieser vielseitigen Aufgabe wäre in früheren Jahren bei Verwendung von Ölschaltern nur durch Erstellung eines Neubaues auf einem besonderen Platz möglich gewesen. Verschiedene diesbezügliche Pläne einer Anlage als Anbau an das vorhandene 35/10 kV-Umspannwerk konnten technisch und auch den Kosten nach nicht befriedigen. Die dann notwendige Verkabelung sämtlicher Netzabzweige, von denen jetzt sechs als Freileitungen abgehen, hätte erhebliche zusätzliche Aufwendungen und bei der Eigenart des Geländes auch einige Schwierigkeiten verursacht.

So lag auch hier der Gedanke nahe, sich die besonderen Eigenschaften der im geeigneten Augenblick herausgebrachten öl- und massefreien Geräte zunutze zu machen und zu einem Umbau im alten Gebäude zu schreiten. Daß die neu zu erstellende Anlage ein ganz anderes Gesicht bekommen mußte als die alte, war bei den gegebenen Verhältnissen selbstverständlich. Dem Aufbau mußte ein gewisser Zwang angetan werden, den man sich bei einer vollständig neuen Anlage hätte ersparen können, weil der Umbau unter vollständiger Aufrechterhaltung des Betriebes vollzogen werden mußte. Daß trotzdem durch geschickte Einteilung des zur Verfügung stehenden Raumes das Äußerste an Möglichkeiten herausgeholt wurde, möge der Vergleich der beiden Abb. 7 und 8 zeigen.

Durch diese Einteilung gelang es, ohne wesentlichen Mehrbedarf an Raum gegenüber der früheren Anordnung folgende Verbesserungen zu erzielen:

1. Erhöhung der Kurzschlußfestigkeit um ein Vielfaches.
2. Erhöhung der Anzahl Felder für die abgehenden Leitungen von 8 auf 16, also auf das Doppelte.
3. Erhöhung der Sicherheit für Personal und Betrieb durch weitestgehende Ausscheidung brennbarer und zur Qualmbildung neigender Stoffe.
4. Schaffung einer geräumigen, übersichtlichen Warte.

Dabei konnten Zellenteilung und Phasenabstände sehr reichlich ausgelegt werden; es war außerdem möglich, die mit Rücksicht auf die Bedeutung der Anlage gestellte Forderung nach Wahl von Leistungsschaltern der Reihe 20 zu erfüllen.

Beim Neuaufbau der Anlage wurde die 10 kV-Verteilung gemäß ihrer Bedeutung gegenüber der Erzeugung bewußt bevorzugt. Dies war um so mehr gerechtfertigt, als im Rahmen der Neckarkanalisierung in absehbarer Zeit die vorhandene Wasserkraftanlage einem neuen, an anderer Stelle zu errichtenden Werk wird weichen müssen und die Dampfkraftanlage im wesentlichen nur noch der Erzeugung von Spitzenstrom dienen soll. So wurde die „Erzeuger"-Seite der Schaltanlage unter weitgehender Verwendung der vorhandenen Apparate lediglich betriebssicherer gestaltet, die „Verteiler"-Seite dagegen vollständig erneuert.

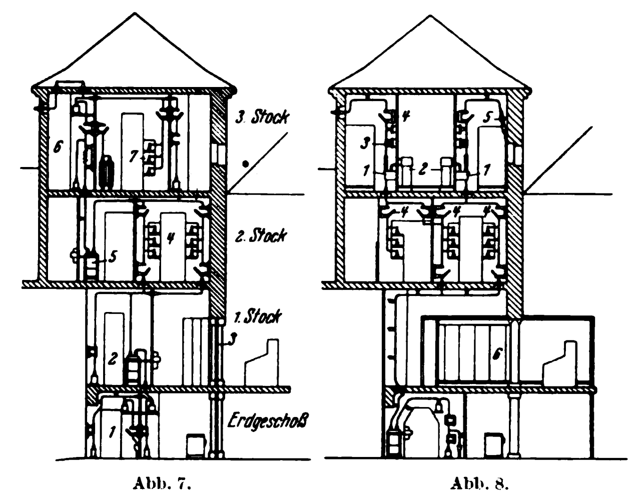


Abb. 7. Vor dem Umbau	Abb. 8. Nach dem Umbau
Raumeinteilung im Erdgeschoß:	
Meßwandler, Kabelendverschlüsse sowie Hauptstromregler für die Generatoren in 8 hintereinanderliegenden Zellen (*1*).	Vollständige Schalt-, Meß- und Abzweigfelder sowie Hauptstromregler für die Generatoren in 8 hintereinanderliegenden Zellen.
1. Stock:	
Ölschalterfelder für 8 Generatoren (*2*) 2-flüglige, nach dem Maschinenhaus zu offene Schalt- und Betätigungstafel für die ganze Anlage (*3*) sowie Schaltpult für das getrennte Umspannwerk.	Zentrale, geräumige und schalldicht abgeschlossene Warte für die gesamten Altbacher Anlagen.
2. Stock:	
Doppelsammelschienen (*4*) und Ölschalter für 8 Abzweige der 10 kV-Verteilung (*5*).	Doppelsammelschienen, die innere einfach, die äußere U-förmig.
3. Stock:	
Meß- und Ableitungsfelder für 8 Abzweige (*6*), Überspannungsschutz und Hilfs-Sammelschiene (*7*).	16 vollständige Felder mit öl- und massefreien Apparaten, davon 9 für Abzweige, 1 für Kupplung, 1 für Messung, 3 für Reserve und 2 für Eigenbedarf.

Abb. 7 u. 8. 10 kV-Anlagen Altbach.

Die Verteilungsschaltfelder wurden mit allen dazugehörigen Apparaten im dritten Stock untergebracht und in übersichtlicher Form bei gerader Leitungsführung von den Durchführungen aus dem Sammelschienenraum über den Leistungsschalter, die Strom- und Spannungswandler, Abzweigtrennschalter zur Freileitungsausführung bzw. zum Kabelendverschluß abgewickelt. Die früher wegen der Notwendigkeit von Kreuzungen der Abzweige innerhalb der Anlage vorhandenen Deckenüberführungen wurden beseitigt. Der einfache Aufbau ergab sich aus der Wahl von Druckgasschaltern und massefreien Wandlern, die in beliebiger Lage angebracht werden können. Auf



den früher vorhandenen Kurzschlußschutz konnte mit Rücksicht auf die Leistungsfähigkeit der Apparate verzichtet werden, Überspannungsableiter wurden jeweils auf den ersten Masten der Freileitungen untergebracht. So konnte man bei völlig ausreichender Zellentiefe und Gangbreite bequem in zwei Reihen 16 Felder unterbringen, von denen neun für abgehende Leitungen, zwei für den Eigenbedarf, eine für die Querkupplung und eine für Messung der Sammelschienenspannung ausgebaut wurden. Die restlichen drei Felder bieten Möglichkeit für den Anschluß weiterer Kabel.

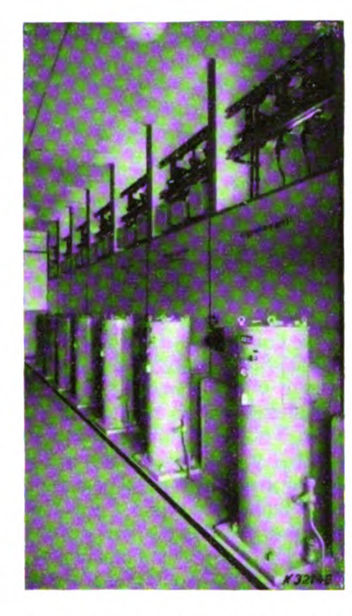


Abb. 9. 10 kV-Verteilungsfelder im 3. Stock; Mittelgang mit Schalterwindkesseln und Klemmenkasten.

Die Zuspeisung zu den Schaltfeldern erfolgt über Durchführungen, die gleichzeitig als Lichtbogenschutz dienen, aus dem Sammelschienenraum. Der etwas ungewöhnliche, aber durchaus betriebssichere Einbau der Sammelschienen in einzelne Nischen für jede Phase wurde beibehalten, weil eine Änderung nicht notwendig erschien und während des Betriebs gerade hier sehr schwierig gewesen wäre. Auf der linken Seite, an der früher die Leistungsschalter standen, wurde für die linke Schaltfelderreihe des dritten Stockes die zugehörige äußere Schiene geschaffen und am Ende der Zellenreihe mit der rechten Schiene zu einer U-Form verbunden.

Der erste Stock wurde von Hochspannungsapparaten vollständig freigehalten, da er zur Aufnahme der Warte dienen sollte. Lediglich die Zuleitungen von den Generatorenschaltern zu den Sammelschienen wurden durchgeführt. Durch Abschrankungen und Einziehen einer Betondecke wurde eine Trennung zwischen Hochspannungsteil und Warte geschaffen.

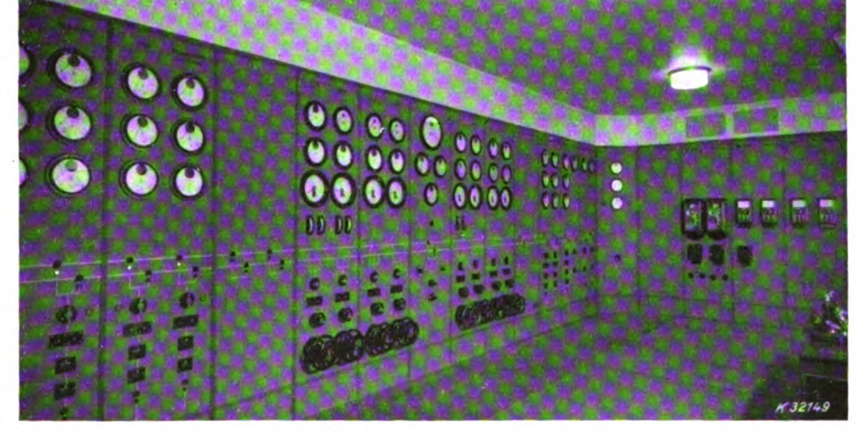


Abb. 10. 10 kV-Anlage Altbach. Neue Warte.

Die gesamte Schalteinrichtung für die Generatoren mit den verbleibenden alten Schaltern und Spannungswandlern wurde im Erdgeschoß in etwas gedrängter, jedoch durchaus betriebssicherer Form untergebracht. Da den Ölschaltern eine Abschaltung von Kurzschlüssen nicht mehr zugemutet werden soll, erhielten sie keine Auslöser. Vielmehr wurden zwischen Kabelendverschluß und Schalter reichlich bemessene Flüssigkeits-Hochleistungssicherungen mit Nennstromstärken bis zu 500 A bei 10 kV Betriebsspannung eingesetzt. Dieser Schutz ist zwar einfach, reicht aber für die älteren Maschinen vollkommen aus. Die Spannungswandler erhielten ebenfalls Hochleistungssicherungen zum Schutze der Anlage gegen Schäden im Wandler. Die nicht mehr zuverlässigen Stromwandler wurden durch neue ersetzt. Die ganze Hochspannungsanlage im Erdgeschoß bildet im Gegensatz zu den übrigen Stockwerken einen geschlossenen, allerdings gut belüfteten Raum. Die Hauptstromregler wurden im Erdgeschoß belassen und nur in ihrer Anordnung den geänderten Verhältnissen angepaßt.

Die 10 kV-Verteilungsanlage wurde, abgesehen von den Sammelschienen, mit vollständig neuem Material ausgerüstet. Da ein großer Teil der abgehenden Leitungen in sehr gewitterreiches Gebiet führt und besonders daraus sich bei der alten Anlage Schwierigkeiten ergeben hatten, wurde auf die Zuverlässigkeit von Schalt- und Schutzeinrichtungen besonderer Wert gelegt. Als Leistungsschalter wurden Druckgasschalter (Abb. 8, Nr. *1*) der Reihe 20 für einen Nennstrom von 350 A und eine Abschaltleistung von 250 MVA gewählt. Die Druckluft zum Schalten und Blasen wird jedem Schalter mit 9,5 atü aus dem unmittelbar angebauten, im Bedienungsgang stehenden Schalter-Windkessel — der sogenannten „Lunge" des Schalters (Nr. *2*) — zugeführt, die wieder von einer zentralen Druckluft-Erzeugungsanlage über eine gemeinsame Ringleitung gespeist wird (Abb. 9). Die gesamte Drucklufterzeugungs- und Verteilungsanlage ist so bemessen, daß bei stillstehenden Verdichtern je ein VDE-Zyklus je Schalter, d. h. zwei Ein- und drei Ausschaltungen, geschaltet werden kann. Da in Störungsfällen sehr oft geschaltet werden muß, war diese Forderung unerläßlich. Die Schalter werden im Normalfall von der Warte aus über Steuerquittungsschalter betätigt, können aber auch von Hand durch Ziehen des „Ein"- oder „Aus"-Ventils unmittelbar an der „Lunge" geschaltet werden. Eine Minimaldrucksperre sorgt dafür, daß beim Fernschalten die Hilfsleitung unterbrochen wird, wenn kein genügender Luftdruck für eine Leistungsschaltung vorhanden ist. Zum Ein- und Ausfahren der Schalter dient ein Transportwagen, der ähnlich betätigt wird wie der in Eßlingen.

Die Wandler (Abb. 8, Nr. *3*) fügen sich platzsparend in den Leitungszug ein. Die auftretende Kurzschlußbeanspruchung erforderte bei den U-Rohr-Stromwandlern eine Sonderausführung. Bei den Spannungswandlern wurde aus den gleichen Gründen wie in Eßlingen auf eine Absicherung verzichtet. Lediglich die unmittelbar an den Sammelschienen hängenden Wandler für die Erdschlußprüfung wurden durch Hochleistungssicherungen geschützt.

Die Abzweigtrennschalter wurden ebenso wie jeweils die Sammelschienen-Trennschalter (Abb. 8, Nr. *4*) wegen ihrer zwangläufig gegebenen hohen Lage mit Handhebelantrieben versehen. Als Schutz gegen Ziehen eines Trennschalters unter Last erhielt jeder Antrieb eine Warnlampe, welche bei ausgeschaltetem Druckgasschalter aufleuchten muß. Da alle Zellen in jedem Stockwerk deutlich bezeichnet sind, ist ein Irrtum so gut wie ausgeschlossen. Auf Verriegelung der Trennschalter wurde deshalb bewußt verzichtet.

Ebenso wie in Eßlingen erhielten die abgehenden Kabel massearme Wickelendverschlüsse der Reihe 20 (Abb. 8, Nr. *5*). Neben den Windkesseln am Schalter blieb noch genügend Platz für die Unterbringung der einzelnen Klemmenkästen (s. Abb. 9) für Meß-, Steuer- und Signalleitungen zwischen den Apparaten und zur Warte.

Das Streben nach bester Raum- und Flächenausnutzung im 1. Stock für die neue W a r t e führte zu einer Hufeisenform, an deren offenem Ende das vorhandene Schaltpult für das 35/10 kV-Umspannwerk stehen bleiben konnte (s. Abb. 8, Nr. *6*). Durch Einziehen der gerade durchgehenden Zwischendecke und Verschalen des ins Maschinenhaus vorragenden Teiles durch eine verglaste Rahmenkonstruktion wurde ein in sich abgeschlossener Raum geschaffen, dem man durch übersichtliche Einteilung und zweckmäßigen Anstrich eine ruhige Wirkung verlieh.

Das Innere der Warte zeigt Abb. 10. Aus Platzgründen wurde der neuzeitlichen Schmalfeldform der Vorzug gegeben. Dem Feld für Messung und Erdschlußprüfung

in der Mitte der Frontseite reihen sich rechts und links die Felder für 8 Generatoren an. Nach je einem freien Platz für Reserven folgen beiderseits die Felder für ausgebaute Verteilungsabzweige. An den beiden abgeschrägten Ecken ist je eine Synchronisierungseinrichtung untergebracht, und auf den beiden Flügeln schließen sich die Relaistafeln an mit aufgebauten Impedanz- oder Überstromrelais für die Leitungsabzweige und mit Erdschlußrelais zur selektiven Erfassung von auftretenden Erdschlüssen. Ein unter den jeweiligen Meßinstrumenten über die ganze Frontbreite laufendes Blindschaltbild gibt dem Wärter von seinem Pult aus jederzeit über den Schaltzustand Auskunft. Die Stellung der Leistungs- und Trennschalter wird durch Lichtsignale gekennzeichnet. Zwei verschiedene Fallklappen zeigen bei den Verteilungsabzweigen die Auslösungen und Erdschlüsse an. Die Steuer-, Meß- und Signalleitungen sind in einzelnen Nischen hinter den Tafeln in übersichtlicher Form verklemmt und verschaltet. Die ganze Warte ist trotz ihrer nicht sehr großen Abmessungen so ausgelegt, daß sie auch bei Erweiterungen auf weite Sicht voll ausreicht.

Der Umbau selbst war keine leichte Aufgabe und stellte an alle Beteiligten die höchsten Anforderungen. Abgesehen davon, daß bei voller Aufrechterhaltung des Verteilungsbetriebes auf dem Platz der alten praktisch eine neue Anlage errichtet werden mußte, konnten leider nicht einfach deren vier Teile: Erzeugung, Verteilung, Sammelschienen, Warte, nacheinander an die Reihe kommen. Man mußte in allen vier Stockwerken gleichzeitig arbeiten; kam doch auf den Platz der früheren Verteilungsölschalter ein neuer Sammelschienenabschnitt und auf den der Generatorenölschalter die neue Warte. Außerdem wollte man sich Doppelarbeit, soweit möglich, ersparen und die Warte so rasch fertigstellen, daß die Meß-, Steuer- und Signalleitungen bei möglichst vielen der neuen Zellen gleich endgültig angeschlossen werden konnten.

Selbstverständlich mußte auch hier mit Rücksicht auf den Betrieb und einen reibungslosen Fortgang der Arbeiten ein bis ins einzelne gehender Montageplan im voraus aufgestellt werden, der alle Phasen des gesamten Umbaues und alle gleichzeitig an den verschiedenen Anlageteilen auszuführenden Arbeiten und Umschaltungen umfaßte. Ganz ohne vorübergehende Einrichtungen war in diesem Falle natürlich nicht auszukommen. Eine gewisse Erleichterung bot dabei das Vorhandensein der beiden dezentralisierten Unterstationen für insgesamt 5 Felder der Verteilung, ferner die Tatsache, daß die Dampfkraftanlage zur Zeit des Umbaues nicht in Betrieb war. Bereitschaft mußte nur stets für eine der größeren Turbinen bestehen.

Trotz der bestehenden Terminschwierigkeiten in der Anlieferung der Apparate wurde wenigstens erreicht, daß zu Beginn der Gewitterzeit die Ölschalter der Verteilungsanlage, wenn auch teils nur provisorisch, durch leistungsfähige Druckgasschalter ersetzt waren.

Erster Grundsatz beim Umbau war die unbedingte Sicherheit für Personal und Betrieb. Deshalb wurden alle größeren Umschaltungen, die Herstellung von Provisorien und die zuverlässige Abschrankung aller während der Montage unter Spannung bleibenden Teile durch sicher abschließende Holzverkleidungen an Sonntagen nach Abschaltung der Gesamtanlage vorgenommen. Drei solcher Betriebsumstellungen teilen den gesamten Umbau in drei Bauabschnitte ein. Zum besseren Verständnis der Arbeitsfolge mögen die Längsschnitte der alten und neuen Anlage, Abb. 7 und 8, dienen.

Während des ersten Bauabschnitts blieben im 3. Stock die links aufgebauten, für den Betrieb zunächst unentbehrlichen Leitungsabschnitte unter Spannung. Alles andere wurde nach Trennung und Abschrankung der spannungführenden Teile abgerissen. Auf dem Platz der früheren Hilfssammelschiene baute man die neuen Verteilungszellen 9 bis 16 auf, die später endgültig vorgesehen waren für 3 Kabelabgänge, 1 Querkuppelfeld, 1 Meßfeld und 3 Reservefelder; wegen der Lage der abgehenden Freileitungen mußten nämlich die später links zu errichtenden Zellen 1 bis 8 ausschließlich für ausgebaute Abzweige vorgesehen werden. Für die Zeit des Umbaues wurden außer den vollständig aufgebauten und endgültig in Betrieb kommenden Feldern der rechten Seite die drei Reservezellen provisorisch mit Schaltern und Wandlern versehen.

Im 2. Stock blieb die linke Sammelschiene II in Betrieb nach Abtrennung der rechten Sammelschiene I und Abschranken derselben. Schiene I wurde verstärkt und mit neuen Trennschaltern, Abschrankungen usw. versehen. Nach Durchbrechen der Decken zum 3. Stock wurde die Verbindung mit den Abzweigfeldern 9 bis 16 hergestellt. Die Ölschalterzellen für die Verteilung blieben natürlich in Betrieb.

Im Erdgeschoß und 1. Stock wurden die Felder für 3 Wasserturbinen und eine Dampfturbine besonders abgeschrankt und in Betrieb gehalten; die restlichen vier Dampfturbinenfelder konnten abgerissen und gemäß Abb. 8 neu aufgebaut werden.

Vor Beginn des zweiten Bauabschnittes wurden im 3. Stock die Leitungsabgänge von der linken Seite über dem Dachboden vorübergehend auf die inzwischen fertiggestellte rechte Seite übergeführt, die nunmehr über die Sammelschienen I in Betrieb kamen. Dabei mußten die Meß-, Steuer- und Signalleitungen natürlich noch vorübergehend an die alte Schalttafel im 1. Stock angeschlossen werden. Bei der Abschrankung der spannungführenden Teile mußten besonders die aus dem Dachstock ins 3. Geschoß hereinragenden Freileitungsabgänge (ganz links oben auf Abb. 7) berücksichtigt werden, die später einzeln nach Abschaltung umgebaut wurden. Im 3. Stock konnten nun die Zellen 1 bis 8 nach Abreißen der alten Teile aufgebaut und eingerichtet werden.

Im 2. Stock wurde die Sammelschiene II in gleicher Weise umgebaut wie vorher die Schiene I. Nach Abreißen der Ölschalterzellen konnte man das zusätzliche Ende der Schiene I (Abb. 8) aufbauen und den Zusammenschluß zu einer U-Form vorbereiten.

Im Erdgeschoß und 1. Stock wurden die Anschlüsse für die Wasserturbinengeneratoren vorübergehend auf die neu erstellten freien Dampfturbinenfelder umgelegt. Nach Abreißen der restlichen 4 Felder konnten auch diese neu aufgebaut werden. Gleichzeitig stellte man auf dem freigewordenen Raume im 1. Stock nach Einziehen der Zwischendecke und Aufbau der Eisenkonstruktionen die neue Warte mit allen Geräten und Instrumenten auf und verlegte die Hilfskabel zwischen dem 3. Stock und der Warte.

Nach Beendigung der umfangreichen Arbeiten dieses Bauabschnittes konnte an einem Sonntag nach Abschaltung der gesamten Anlage nahezu der endgültige Zustand hergestellt werden. Im 3. Stock wurden die vorübergehend in den 3 Reservezellen der rechten Hälfte eingebauten Apparate in die endgültigen Zellen der linken Seite gesetzt und alle Felder mit den zugehörigen, inzwischen fertiggestellten Leitungsabgängen bzw. Kabelendverschlüssen verbunden. Im 2. Stock wurden die beiden Hälften der Sammelschiene I zusammengeschlossen und beide Schienen betriebsbereit gemacht. Im 1. Stock schloß man die Verteilungsfelder gleich an die entsprechenden Betätigungs- und Relaisfelder der neuen Warte, wobei die Vorbereitungen dafür selbstverständlich schon vorher getroffen waren.

Während des kürzeren dritten Bauabschnittes brauchten in den Stockwerken 2 und 3 nur noch die sich aus den Provisorien und den zeitlich beschränkten Umschaltungen ergebenden Ergänzungs- sowie Maler- und Reinigungsarbeiten erledigt zu werden. Die Warte wurde nach Abreißen der alten Betätigungstafeln endgültig ausgebaut zum Anschluß der Generatorenfelder und mit allen notwendigen Nebeneinrichtungen versehen, mit denen man zweckmäßig bis zum Schluß wartete.

Es würde zu weit führen, auf die Fülle von Schwierigkeiten näher einzugehen, die sich beim Umbau im einzelnen ergaben und deren Überwindung manches Kopfzerbrechen verursachte. Zur Ehre aller beteiligten Stellen sei jedoch erwähnt, daß die manchmal recht undankbare Aufgabe ohne jede Betriebsstörung und ohne den geringsten Unfall gelöst wurde.

Durch den Umbau der beiden genannten Anlagen wurde in der Erhöhung der Betriebssicherheit im 10 kV-Netz ein wesentlicher Schritt vorwärts getan, dessen erfreuliche Auswirkungen sich in der kurzen Betriebszeit schon mehrfach zeigen konnten. Die Neckarwerke AG. hat deshalb nicht gezögert, auf dem eingeschlagenen Weg weiterzugehen und im Rahmen des diesjährigen Bau- und Arbeitsbeschaffungsprogramms unter anderem eine weitere 10 kV-Anlage in Ludwigsburg bei Verwendung öl- und massefreier Apparate zu erneuern.

Zusammenfassung.

Die rasche Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft in den Jahren nach der Inflationszeit hatte zur Folge, daß sich vielfach bei älteren Mittelspannungsanlagen der Abstand zwischen der tatsächlich vorhandenen und der für die Anlage zulässigen Kurzschlußleistung immer mehr vergrößerte. Zur Beseitigung dieses Mißstandes bedient man sich mit Vorteil der in den letzten Jahren auf den Markt gekommenen öllosen Schalter, öl- und massefreien Wandler usw. besonders dort, wo die Platzverhältnisse die Verwendung von Ölschaltern nicht zulassen.

An Hand von praktischen Beispielen tatsächlich ausgeführter Anlagen wird gezeigt, wie man diese Anlagen unter verschiedenen Verhältnissen gestalten kann, und wie solche Aufgaben geplant, unter stark erschwerten Umständen angefaßt und bei voller Aufrechterhaltung des Betriebes durchgeführt werden.

Folgende drei Fälle mit gesteigerten Schwierigkeiten, aber auch wachsendem Nutzen werden beschrieben:

1. Einfache Auswechslung von Ölschaltern und -wandlern gegen Druckluftschalter und massefreie Wandler in einer sonst gleichbleibenden vorhandenen Anlage.
2. Ersatz einer alten Anlage durch eine neue, die zum Teil auf dem Platz der alten errichtet werden mußte.
3. Umbau einer alten Anlage bei Erweiterung auf das Doppelte sowie Erstellung einer Schaltwarte ohne Mehrbedarf an Platz.

Konstanthaltung und Symmetrierung von Drehstrom-Drei- und -Vierleiter-Spannungssystemen. Stromversorgung von Zählereichanlagen durch röhrengesteuerte Synchrongeneratoren.

Von Dipl.-Ing. **Rudolf Reese**, Berlin.

621. 316. 313. 072 : 621. 317. 385

Übersicht. In der nachfolgenden Arbeit*) wird eine Einrichtung beschrieben, mit der sowohl die Phasen- als auch die verketteten Spannungen von Drehstrom-Drei- und -Vierleiter-Spannungssystemen konstant gehalten und symmetriert werden. Es werden hier die rechnerischen Grundlagen, die Wirkungsweise der einzelnen Elemente sowie Nutzanwendungen gezeigt.

Einleitung.

Da die Genauigkeit von Messungen mit Leistungsmessern wesentlich davon abhängt, welchen Schwankungen die Instrumentenzeiger während einer Meßperiode unterworfen sind, so werden im allgemeinen für die Prüfung von Elektrizitätszählern Stromquellen mit hinreichend konstanter Spannung als notwendig erachtet. Insbesondere wird demgemäß für Drehstrommessungen gefordert, daß sowohl die Phasen- als auch die verketteten Spannungen der benutzten Stromquellen die nötige Konstanz aufweisen. Leider wird hierbei jedoch in der Regel die sehr wesentliche Tatsache außer acht gelassen, daß die Spannungssymmetrie (im Sinne von fehlender oder vorhandener Symmetrie) in diesem Zusammenhange eine sehr wichtige Rolle spielt, und zwar insofern, als Konstanz und Symmetrie eines Systems ursächlich und untrennbar miteinander verknüpft sind. Denn die Aufgabe, die drei Phasen- oder die drei verketteten Spannungen oder, was in der Regel notwendig ist, alle sechs Spannungen eines Drehstromsystems gleichzeitig konstant zu halten, ist gleichbedeutend mit der Bedingung, eine ganz bestimmte, unveränderliche Unsymmetrie einzuhalten, oder mit anderen Worten, den Zustand einer dauernd gleichbleibenden, genau zu definierenden Abweichung von der Symmetrie zu wahren. Mit dieser wichtigen Feststellung erhebt sich von selbst die Frage, ob es unter diesen Umständen nicht am zweckmäßigsten ist, das Spannungssystem nicht nur konstant, sondern gleichzeitig auch symmetrisch zu halten. Tatsächlich gibt es keinen triftigen Grund gegen den Zustand von gleichzeitiger Symmetrie und Konstanz, hingegen sehr entscheidende Gründe besonders im Hinblick auf die Zählermeßtechnik, die sich für das dauernde Einhalten dieses Zustandes anführen lassen. Grundsätzlich ist nämlich festzustellen, daß fast sämtliche in der Zählertechnik angewendeten Meßverfahren Symmetrie voraussetzen, und demgemäß sind die größten Schwierigkeiten bei der Eichung von Drehstromzählern nicht etwa darauf zurückzuführen, daß die Spannung nicht auf 1‰ oder weniger eingehalten wird, sondern auf das mehr oder weniger vergebliche Bemühen, die notwendige Symmetrie zu erreichen.

Zum Beweise hierfür nehme man ein beliebiges Buch über die Eichung von Zählern zur Hand und schlage etwa den entsprechenden Abschnitt über die Prüfung von Zählern in Aron-Schaltung nach. Man wird zunächst feststellen, daß die hier angegebenen Beziehungen nur unter der Voraussetzung von Symmetrie Geltung haben. Gewöhnlich ist aber ein entsprechender Vermerk bewußt oder unbewußt fortgelassen worden. Hingegen wird in der meist folgenden Eich- bzw. Prüfanweisung ausführlich dargelegt, wie durch wechselseitiges, mehr oder weniger planvolles Bedienen von Phasenschieber sowie Strom- und Spannungsreglern Symmetrie angeblich erzielt wird, tatsächlich aber nicht, weil in der Regel außer acht gelassen wird, daß die beiden üblichen Leistungsmessereinstellungen [a) bei „induktionsfreier“ Last beide Leistungsmesser gleicher Ausschlag und b) bei induktiver Verschiebung erster Leistungsmesser Ausschlag Null und zweiter Leistungsmesser Ausschlag wie unter a)] noch keine ausreichenden Kriterien für Symmetrie darstellen. Erst wenn auch die dritte Bedingung [c) bei kapazitiver Verschiebung erster Leistungsmesser Ausschlag wie unter a) und zweiter Leistungsmesser Ausschlag Null] erfüllt wird, ist restlose Gewähr für Symmetrie vorhanden[1]). Allen drei Bedingungen zu genügen, ist jedoch erfahrungsgemäß praktisch unmöglich und nur durch einwandfreie Spannungssymmetrie zu erreichen.

Die gleichen Schwierigkeiten, wie sie bei der Prüfung von Dreileiterzählern auftreten, sind bei einer Reihe von weiteren Meßanordnungen zu beobachten, so unter anderem auch bei der Eichung von Vierleiterzählern. Es ist auch bei gewissenhafter und mühevoller Einregelung kaum möglich, die drei Leistungsmesser unabhängig vom Leistungsfaktor auf gleichen Ausschlag zu bringen. In der Regel verzichtet man daher darauf. Man nimmt die angenäherten Leistungsmesserangaben, wie sie sich ergeben, und führt dementsprechend die Fehlerrechnung mit geänderter Sollzeit durch. Doch auch dieses Verfahren ist verhältnismäßig umständlich.

Es soll hier nicht erörtert werden, wie weit durch diese Erscheinungen die Meßergebnisse beeinflußt werden, und ob in Anbetracht dessen noch etwas Genaues über Leistungsfaktor, Spannung und Strombelastung auszusagen ist. Auch ohnedies wird man sich der notwendigen Erkenntnis von der Wichtigkeit symmetrischer Spannungen, d. h. der symmetrischen Lage des Phasenspannungs-Nullpunktes im gleichseitigen Dreieck der verketteten Spannung nicht entziehen können. Es ist aber weiterhin entscheidend, daß bestimmte Messungen, z. B. das Prüfen von Blindverbrauchzählern in Kunstschaltung, einwandfreie Symmetrie zur unbedingten Voraussetzung haben. Es muß auch erwähnt werden, daß das Problem der Gleichlasteichung von Drehstromzählern ohne Spannungssymmetrie überhaupt nicht zu lösen ist. Schließlich bietet noch, wie sich am Schluß der Arbeit zeigen wird, die Gewähr für dauernde Spannungssymmetrie Möglichkeiten in der Prüfung von Drehstromzählern, an die bisher kaum gedacht worden ist.

Was nun die Einrichtungen, Maschinen und Regler anbelangt, die notwendig sind, um den Zustand konstan-

*) Mitteilung aus dem Laboratorium der Zählerfabrik der AEG.

[1]) G. Hauffe, ETZ 47 (1926) S. 1284.



t e r und s y m m e t r i s c h e r S p a n n u n g e n dauernd aufrechtzuerhalten, so werden die folgenden Ausführungen den Nachweis erbringen, daß der Aufwand eher geringer als größer ist, verglichen mit jenen Apparaturen, welche die Spannungen zwar konstant aber nicht mit annähernd gleicher Genauigkeit symmetrisch halten.

Grundsätzliche Lösung.

Die Prüfeinrichtungen für Wechsel- und Drehstromzähler werden entweder an das Netz der Elektrizitätswerke angeschlossen oder von besonderen Eichgeneratoren gespeist. Im ersteren Falle ist wegen der nicht überwachbaren Vorbenutzung durch andere Verbraucher stets damit zu rechnen, daß die Spannungen weder konstant noch symmetrisch sind. Im anderen Falle wird man nur dann konstante Spannungen erwarten können, wenn nicht, wie es häufig bei größeren Prüfanlagen der Fall ist, gleichzeitig mehrere Eichplätze an einen Eichgenerator angeschlossen sind und ihn unterschiedlich, teils einphasig, teils mehrphasig, symmetrisch oder unsymmetrisch belasten. Spannungsunsymmetrien werden aber auch hier stets in Erscheinung treten, denn die Maschinen sind wegen ihrer meist geringen Leistung sehr von der Art der Strombelastung abhängig. Im ganzen betrachtet, ist also hier wie dort das Problem das gleiche, nämlich die Spannungen unabhängig von den Vorbedingungen und der Art und Größe der Stromentnahme dauernd konstant und symmetrisch zu halten.

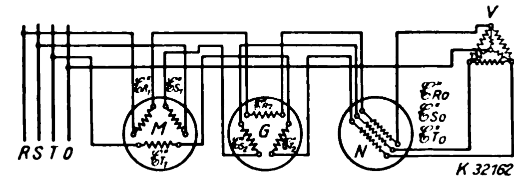
Abb. 1. Zerlegung eines unsymmetrischen Dreiphasen-Spannungssystems in drei symmetrische Komponentensysteme.

Das nötige Rüstzeug zur Lösung dieser Aufgabe liefert die von H o m m e l[2]) begründete Theorie von der Zerlegung unsymmetrischer Drehstromsysteme in drei symmetrische Komponentensysteme. Diese Theorie ist inzwischen durch eine Reihe weiterer Arbeiten[3]) so weit erschlossen worden, daß sie wohl nunmehr als allgemein bekannt vorausgesetzt werden darf, und es dementsprechend genügen sollte, die in diesem Zusammenhang wesentlichen Beziehungen anzugeben.

Die Theorie besagt, daß jedes unsymmetrische Dreiphasensystem $\mathfrak{R}$, $\mathfrak{S}$, $\mathfrak{T}$ in drei symmetrische Komponentensysteme zu zerlegen ist, in ein Mitsystem $\mathfrak{R}_1$, $\mathfrak{S}_1$, $\mathfrak{T}_1$ mit normaler Phasenfolge, ein Gegensystem $\mathfrak{R}_2$, $\mathfrak{S}_2$, $\mathfrak{T}_2$ mit gegenläufiger Phasenfolge und ein Nullsystem, bestehend aus den drei gleichgroßen und gleichgerichteten Komponenten $\mathfrak{R}_0$, $\mathfrak{S}_0$, $\mathfrak{T}_0$. Die hier vorliegende Aufgabe besteht nun allerdings nicht darin, ein vorhandenes unsymmetrisches System zu zerlegen, wie in Abb. 1 dargestellt, sondern dafür zu sorgen, daß das an den Klemmen der Prüfanlage zu beobachtende Spannungssystem unter allen Umständen symmetrisch ist.

Die Überbrückung liefert folgende Überlegung: Die in Drehstrom-Synchrongeneratoren i n d u z i e r t e n Spannungen sind stets symmetrisch und konstant bei konstanter Erregung. Wenn daher im Gegensatz hierzu die K l e m m e n s p a n n u n g e n am Verbraucher schwankend und unsymmetrisch sind, so ist dies lediglich auf die Spannungsabfälle zurückzuführen, die infolge schwankender Belastungen teils in den Kraftwerks- oder Eichgeneratoren selbst und teils in den Leitungen und den in ihnen eingeschalteten Apparaten auftreten. Sollen also auch die K l e m m e n s p a n n u n g e n konstant und symmetrisch sein, so muß dafür gesorgt werden, daß diese Spannungsabfälle durch zusätzliche induzierte Spannungen kompensiert werden.

Nun müssen aber notwendigerweise diese Spannungsabfälle für sich betrachtet ein unsymmetrisches Spannungssystem bilden und dementsprechend auch in drei symmetrische Komponentensysteme zu zerlegen sein. Die in Abb. 2 dargestellte Anordnung für die Kompensation der Spannungsabfälle ergibt sich daher ganz zwangsläufig. Hiernach kompensiert ein mitläufig in die Leitungen eingeschalteter Drehstromgenerator (*M*) die mitläufigen Komponenten des Spannungsabfalles, ein zweiter gegenläufig eingeschalteter (*G*) die Gegenkomponentensysteme und endlich ein Einphasengenerator (*N*) das Nullsystem der Spannungsabfälle. Werden dann die Zusatzgeneratoren in jedem Augenblick den jeweiligen Betriebsbedingungen entsprechend erregt, so bilden die von den Hauptgeneratoren (Kraftwerks- oder Eichgeneratoren) und den drei Zusatzgeneratoren insgesamt induzierten Spannungen ein unsymmetrisches Spannungssystem von solchem Betrage, daß abzüglich der Spannungsabfälle das gewünschte und vorbestimmte symmetrische und konstante Spannungssystem an den Klemmen des Verbrauchers vorhanden ist. Diese Aufgabe wird am besten mit den für den vorliegenden Zweck entwickelten Elektronenröhren-Feinreglern erfüllt. Zum Verständnis ihrer Arbeitsweise ist es notwendig, etwas näher auf die Theorie der Zerlegung von unsymmetrischen Dreiphasensystemen einzugehen.



Zusatzgeneratoren: *M* Mitmaschine *G* Gegenmaschine *N* Nullmaschine *V* Verbraucher

Abb. 2. Schaltung der Zusatzgeneratoren.

Bilden $\mathfrak{E}_R$, $\mathfrak{E}_S$, $\mathfrak{E}_T$ ein zunächst beliebiges Spannungssystem, so ist anzusetzen

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{E}_R &= \mathfrak{E}_{R_1} + \mathfrak{E}_{R_2} + \mathfrak{E}_{R_0} \\ \mathfrak{E}_S &= \mathfrak{E}_{S_1} + \mathfrak{E}_{S_2} + \mathfrak{E}_{S_0} \\ \mathfrak{E}_T &= \mathfrak{E}_{T_1} + \mathfrak{E}_{T_2} + \mathfrak{E}_{T_0} \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

und nach den Regeln des Rechnens mit symmetrischen Komponenten

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{E}_{R_1} &= 1/3\,(\mathfrak{E}_R + a\,\mathfrak{E}_S + a^2\,\mathfrak{E}_T) \\ \mathfrak{E}_{R_2} &= 1/3\,(\mathfrak{E}_R + a^2\,\mathfrak{E}_S + a\,\mathfrak{E}_T) \\ \mathfrak{E}_{R_0} &= 1/3\,(\mathfrak{E}_R + \mathfrak{E}_S + \mathfrak{E}_T), \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

worin

$$a = \mathrm{e}^{\mathrm{j}\,2\pi/3} \quad \text{und} \quad a^2 = \mathrm{e}^{\mathrm{j}\,4\pi/3} \qquad (3)$$

sind.

Die notwendigen Bestimmungsgleichungen für die übrigen Komponenten der 3 symmetrischen Systeme, also $\mathfrak{E}_{S_1}$ und $\mathfrak{E}_{T_1}$ bzw. $\mathfrak{E}_{S_2}$ und $\mathfrak{E}_{T_2}$ und $\mathfrak{E}_{S_0}$ und $\mathfrak{E}_{T_0}$ erhält man aus dem Gleichungssystem (2) durch zyklisches Vertauschen. Im übrigen muß gelten:

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{E}_{S_1} &= a^2\,\mathfrak{E}_{R_1} \quad \text{und} \quad \mathfrak{E}_{T_1} = a\,\mathfrak{E}_{R_1} \\ \mathfrak{E}_{S_2} &= a\,\mathfrak{E}_{R_2} \quad \text{und} \quad \mathfrak{E}_{T_2} = a^2\,\mathfrak{E}_{R_2} \\ \mathfrak{E}_{S_0} &= \mathfrak{E}_{R_0} \quad\;\; \text{und} \quad \mathfrak{E}_{T_0} = \mathfrak{E}_{R_0}, \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

also die bekannte Tatsache, daß bei Mitsystem und Gegensystem (vgl. Abb. 1) die Spannungen in der Größe übereinstimmen und gegeneinander — mitläufig oder gegenläufig — um 120° verschoben und beim Nullsystem gleich groß und gleich gerichtet sind.

Entsprechende Beziehungen, wie sie unter (1) bis (4) für die Spannungen angegeben sind, gelten auch für die Belastungsströme und ihre Komponentensysteme. Ebenso lassen sich auch die Widerstände zwischen Netzanschluß und Ver-

[2]) G. H o m m e l. Über das Verhalten des asynchronen Drehstrommotors bei unsymmetrischen Klemmenspannungen. Dissertation T. H. München 1910.

[3]) G. O b e r d o r f e r. Das Rechnen mit symmetrischen Komponenten. Berlin: B. G. Teubner, 1929. O b e r d o r f e r, ETZ 50 (1929) S. 265.

braucher, also von Leitungen, Maschinen, u. U. von Transformatoren usw. auf die einzelnen Systeme umlegen, indem definiert wird[4]):

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{J}_1 &= 1/3\,(\mathfrak{J}_R + a\;\mathfrak{J}_S + a^2\,\mathfrak{J}_T) \\ \mathfrak{J}_2 &= 1/3\,(\mathfrak{J}_R + a^2\,\mathfrak{J}_S + a\;\mathfrak{J}_T) \\ \mathfrak{J}_0 &= 1/3\,(\mathfrak{J}_R + \mathfrak{J}_S + \mathfrak{J}_T). \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

Unter diesen Voraussetzungen ist es dann offenbar möglich, die Betrachtungen auf die Vorgänge in einer Phase zu beschränken, und dementsprechend erhält man ein anschauliches Bild von der Arbeitsweise der Gesamtanordnung, wenn man den Ansatz

$$\begin{aligned} \mathfrak{E}'_{R_1} + \mathfrak{E}'_{R_2} + \mathfrak{E}'_{R_0} + \mathfrak{E}''_{R_1} + \mathfrak{E}''_{R_2} + \mathfrak{E}''_{R_0} &= \mathfrak{Z}_{R_1}\mathfrak{J}_1 + \mathfrak{Z}_{R_2}\mathfrak{J}_2 \\ &+ \mathfrak{Z}_{R_0}\mathfrak{J}_0 + \mathfrak{E}_{R_1} + \mathfrak{E}_{R_2} + \mathfrak{E}_{R_0} \end{aligned} \quad (6)$$

macht, worin $\mathfrak{E}'_{R_1}$, $\mathfrak{E}'_{R_2}$, $\mathfrak{E}'_{R_0}$ die Eingangsspannungssysteme, $\mathfrak{E}''_{R_1}$, $\mathfrak{E}''_{R_2}$, $\mathfrak{E}''_{R_0}$ die induzierten Zusatzspannungssysteme und $\mathfrak{E}_{R_1}$, $\mathfrak{E}_{R_2}$, $\mathfrak{E}_{R_0}$ die an den Verbraucherklemmen zu beobachtenden Spannungssysteme darstellen. Für die Summe der Teilspannungen jedes der drei Systeme gelten somit die Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{E}'_{R_1} + \mathfrak{E}''_{R_1} - \mathfrak{Z}_{R_1}\mathfrak{J}_1 &= \mathfrak{E}_{R_1} \\ \mathfrak{E}'_{R_2} + \mathfrak{E}''_{R_2} - \mathfrak{Z}_{R_2}\mathfrak{J}_2 &= \mathfrak{E}_{R_2} \\ \mathfrak{E}'_{R_0} + \mathfrak{E}''_{R_0} - \mathfrak{Z}_{R_0}\mathfrak{J}_0 &= \mathfrak{E}_{R_0} \end{aligned}\right\} \quad (7)$$

und im Hinblick auf die vorliegende Aufgabe

$$\left.\begin{aligned} &\mathfrak{E}'_{R_1} + \mathfrak{E}''_{R_1} - \mathfrak{Z}_{R_1}\mathfrak{J}_1 = \mathfrak{E}_{R_1}, \ |\mathfrak{E}_{R_1}| = |\mathfrak{E}_{R_{1N}}| = \text{konst.} \\ &\mathfrak{E}'_{R_2} + \mathfrak{E}''_{R_2} - \mathfrak{Z}_{R_2}\mathfrak{J}_2 = 0 \\ &\mathfrak{E}'_{R_0} + \mathfrak{E}''_{R_0} - \mathfrak{Z}_{R_0}\mathfrak{J}_0 = 0. \end{aligned}\right\} \quad (8)$$

Die durch das Gleichungssystem gegebenen Strom- und Spannungsdiagramme sind in Abb. 3 dargestellt, ebenso die daraus für die einzelnen Maschinen abzuleitenden Fluß- und AW.-Diagramme. Abb. 3 gibt daher nicht nur Aufschluß über die Arbeitsweise der einzelnen Maschinen, sondern sie läßt auch, unterstützt durch die Art der Darstellung, erkennen, wie die drei Zusatzgeneratoren und der für den Antrieb vorgesehene Synchronmotor zusammenwirken und miteinander verknüpft sind. Dabei wurde davon ausgegangen, daß 1. der Synchronmotor an den Spannungen des vorausgesetzten Netzanschlusses liegt, und daß 2. die vier Maschinen des Maschinensatzes genau ausgerichtet sind, d. h. die Achsen der gleichphasigen Ständerspulen sich decken und ebenso die Polachsen bzw. die Läuferspulenachsen zusammenfallen. Im einzelnen ist zu dem Diagramm dann noch folgendes zu bemerken:

Von wesentlichem Einfluß auf die Gestaltung des Diagrammes und dementsprechend sehr entscheidend für die Wirkungsweise der aus Maschinen und Reglern bestehenden Gesamtanordnung sind die AW.-Diagramme der einzelnen Maschinen, und zwar sowohl der Zusatzgeneratoren als auch des Synchronmotors. Nach der üblichen Theorie der Synchronmaschine setzen sich die vom Erregerstrom bedingten Stromwindungen i_m (primäre Stromwindungen) mit den von Belastungsströmen herrührenden Stromwindungen i_R derart zusammen, daß ihre geometrische Summe (vgl. Abb. 3) die dem induzierten Fluß gleichphasigen und ihn bestimmenden Stromwindungen i_μ (resultierende Stromwindungen) ergibt. Diese Tatsache ist an sich allgemein bekannt. Wenig beachtet wird hingegen, daß die Stromwindungen der Belastungsströme nur die Stromwindungen sind, die sich aus dem jeweils mitlaufenden Stromsystem ergeben, wobei unter „mitlaufend" das Stromsystem zu verstehen ist, das im Sinne der Läuferdrehung umläuft. Unter Umständen können also die mitläufigen Stromwindungen vom Gegenstromsystem $\mathfrak{J}_{R_2}$, $\mathfrak{J}_{S_2}$, $\mathfrak{J}_{T_2}$ gebildet werden. Dieser Fall trifft tatsächlich beim Gegengenerator zu. Bei der Nullmaschine werden die mitläufigen Belastungsstromwindungen wie bei jedem Einphasengenerator durch die Zerlegung der ruhenden und nur pulsierenden Stromwindungen in zwei entgegengesetzt umlaufende von halber Größe erhalten.

Was nun zunächst den Antriebsmotor anbelangt, so werde vorausgesetzt, daß der Erregerstrom dauernd konstant und von solcher Größe ist, daß selbst bei der aufzubringenden Höchstlast der Motor nicht außer Tritt fällt. Somit stellt sich, da anderseits die aufgedrückte Spannung den um 90° nacheilenden Fluß und dieser die ihm gleichphasigen Magnetisierungsstromwindungen bestimmt, zwangsläufig je nach der aufzubringenden mechanischen Leistung eine gewisse Stromaufnahme $\mathfrak{J}_{M_1}$ bei einem gewissen Leistungsfaktor φ_{M_1} ein. Diese Tatsache ist in diesem Zusammenhang nicht sehr belangvoll. Wesentlich ist vielmehr, daß in dem so gebildeten AW.-Dreieck der Winkel δ_M sich mit der aufzubringenden Leistung ändert und daß um diesen Winkel nicht nur der Läufer des Antriebsmotors, sondern, was entscheidend ist, auch die mit ihm starr gekuppelten Läufer der drei Zusatzgeneratoren nacheilen. Daher ist in dem nun folgenden AW.-Diagramm

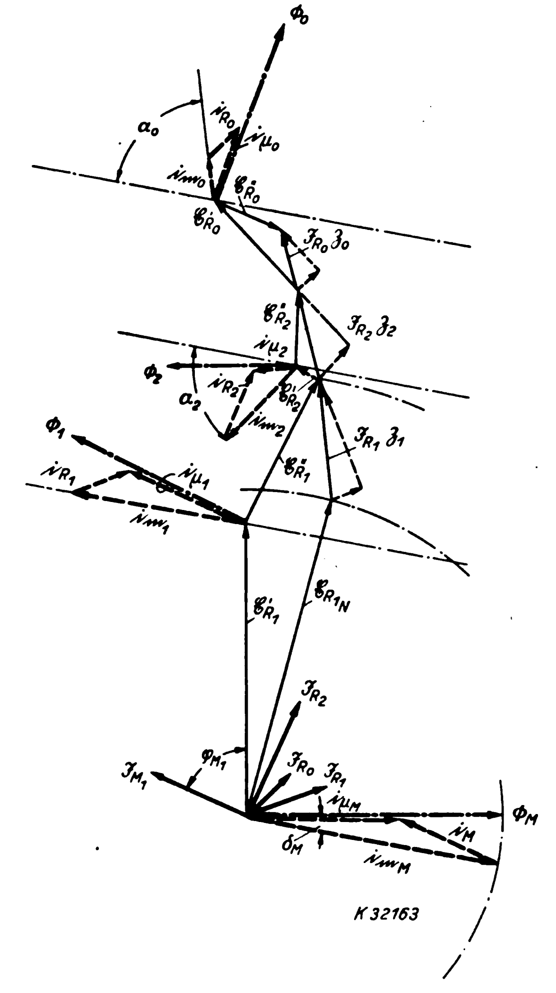


Abb. 3. Gesamtarbeitsdiagramm von Antriebsmotor und Zusatzgeneratoren.

der **Mitmaschine** Abb. 3 die Komponente i_{M_1} richtungsbestimmend. Die Belastungsstromwindungs-Komponente i_{R_1} ist zumindest der Größe nach durch den an $\mathfrak{E}_{R_{1N}}$ liegenden Verbraucher vorbestimmt. Praktisch ist sie aber auch bezüglich der Richtung festgelegt, zumindest innerhalb des geringen Winkels, um den der durch $\mathfrak{E}_{R_{1N}}$ und $\mathfrak{Z}_{R_1}\mathfrak{J}_1$ gegebene Vektor schwankt. Bei gegebener Last ändern sich i_{μ_1} und damit Φ_1 und $\mathfrak{E}''_{R_1}$ nur in Abhängigkeit von i_{m_1}; i_{m_1} ist daher durch die vorgesehene Regelung der Größe nach so zu regeln, bis die Summe von Vektor $\mathfrak{E}'_{R_1}$ und $\mathfrak{E}''_{R_1}$ mit der von $\mathfrak{E}_{R_{1N}}$ und $\mathfrak{Z}_{R_1}\mathfrak{J}_1$ zusammenfällt. Hierbei richtet sich $\mathfrak{E}''_{R_1}$ mit zunehmendem i_{m_1} mehr und mehr auf.

Man erkennt also, daß die Nacheilung der Läufer um den Winkel δ_M im Zustandsdiagramm der Mitmaschine eine gewisse Rolle spielt insofern, als sie mitbestimmend ist für den Winkel zwischen $\mathfrak{E}'_{R_1}$ und $\mathfrak{E}''_{R_1}$ und damit für die Ausnutzungsmöglichkeit der Mitmaschine. Darüber hinaus ist sie aber im Gegensatz zu Null- und Gegengenerator wenig von Belang, weil offensichtlich innerhalb weiter

[4]) Wie Fußnote 3.

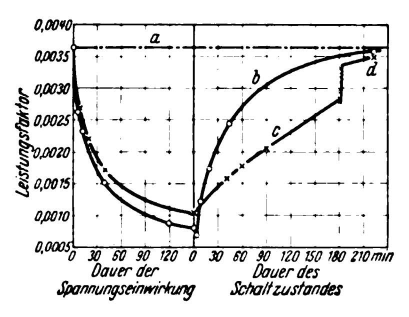
Grenzen der Fluß und damit i_{m_1} jede beliebige Lage einnehmen kann. Bei den anderen beiden Maschinen ist hingegen, wie aus den zugehörigen Diagrammen ersichtlich, die Lage der Flüsse für den jeweiligen Betriebszustand durch $\mathfrak{E}'_{R_2}$ bzw. $\mathfrak{E}'_{R_0}$ und $\mathfrak{J}_{R_2}\mathfrak{J}_2$ bzw. $\mathfrak{J}_{R_0}\mathfrak{J}_0$ und die damit festliegende Größe und Richtung der zu induzierenden Spannung $\mathfrak{E}''_{R_2}$ bzw. $\mathfrak{E}''_{R_0}$ eindeutig gegeben und damit auch Richtung und Größe der Magnetisierungsstromwindungen. Fügt man daher zu den Magnetisierungsstromwindungen die zugeordneten Belastungsstromwindungen, so zeigt sich, daß die sich daraus ergebenden Erregerstromwindungen i_{m_2} bzw. i_{m_0} keine feste Richtungsbeziehung zu denen des Motors und der Mitmaschine haben, sondern jegliche Winkellage in bezug auf die Ausgangsrichtung einnehmen können. Für die beiden Generatoren folgt daraus die Notwendigkeit, sie mit zwei um 90° versetzten Erregerwicklungen zu versehen, und für die Regler die Aufgabe, jeweils die eine Erregerwicklung mit einem Strom gemäß $i_{m_2} \cos \alpha_2$ bzw. $i_{m_0} \cos \alpha_0$ und die andere gemäß $i_{m_2} \sin \alpha_2$ bzw. $i_{m_0} \sin \alpha_0$ zu speisen, wobei Voraussetzung ist, daß die Mittelachsen der Erregerwicklungen, die den $i_{m_2} \cos \alpha_2$ bzw. $i_{m_0} \cos \alpha_0$ proportionalen Strom führen, mit der der Motorerregerwicklung übereinstimmen.

(Schluß folgt.)

Verhalten von Isolierölen bei Gleichspannung.

621. 315. 615. 2. 024

Bereits **J a f f é**[1]) hat die unter der Bezeichnung „Gleichstromreinigung“ bekannte Erscheinung festgestellt, daß bei Behandlung von Isolierflüssigkeiten mit Gleichspannung eine Verringerung des dielektrischen Verlustes eintritt. Ferner ist es ebenfalls schon lange bekannt, daß sich mit der Dauer der Einwirkung der an einer Isolierflüssigkeit liegenden Gleichspannung eine stetige Abnahme des Stromdurchganges durch diese ergibt. Schließlich ist insbesondere auch durch die Untersuchungen deutscher Forscher[2]) die sich im Gleichspannungsfelde ergebende ungleichmäßige Spannungsverteilung in Isolierflüssigkeiten festgestellt worden, die auf die Anhäufung von Raumladungen in der Nähe der Elektroden zurückzuführen ist.



a unbehandeltes Öl
b Verhalten beim Kurzschließen des Stromkreises nach der Spannungseinwirkung
c Verhalten beim Öffnen des Stromkreises nach der Spannungseinwirkung
d Endzustand nach 6 h

Abb. 1. Verhalten des Leistungsfaktors eines Isolieröles beim Anlegen von 1500 V Gleichspannung bei 60°.

Zwecks genauerer Ermittlung der Ursachen dieser Erscheinungen wurden drei Sorten von Kabelölen verschiedener Zähflüssigkeit unter Zuhilfenahme einer geschirmten Scheringbrücke, eines Verstärkeroszillographen und eines äußerst empfindlichen Drehspulengalvanometers im Bereich von 30 bis 80 °C während und nach der Behandlung mit Gleichspannungen zwischen 500 bis 1500 V untersucht[3]). Die Spannung wurde an Plattenelektroden angelegt, die sich in dem zu untersuchenden Öl mit regelbarem Abstand gegenüberstanden. Die Raumladungswirkungen konnten grundsätzlich durch Beobachtung der Zeit-Schaulinien des Durchgangsstromes verfolgt werden, der sich nach Spannungsumkehr im Anschluß an eine längere Einwirkung der Gleichspannung ergab. Dieser durch besondere Eigentümlichkeiten ausgezeichnete Stromverlauf ist nach **W h i t e h e a d** und **M a r v i n**[4]) eine Folge der mit Raumladungen verbundenen ungleichmäßigen Spannungsverteilung in der Isolierflüssigkeit. Abb. 1 gibt als kennzeichnendes Beispiel das zeitliche Verhalten des Leistungsfaktors eines der untersuchten Öle unter Gleichspannung von 1500 V bei 60 °C wieder. Dieser sinkt von einem im unbehandelten Öl gemessenen Wert mit der Dauer der Spannungseinwirkung im Laufe einiger Stunden auf einen sehr kleinen Endwert herab, worauf er bei geöffnetem Stromkreis nach längerer Zeit allmählich wieder annähernd auf den Anfangswert ansteigt. Wird der Stromkreis nach Erreichen des niedrigsten Leistungsfaktors nicht geöffnet, sondern kurzgeschlossen, so findet der Wiederanstieg auf den Anfangswert in nahezu der Hälfte der Zeit statt. Im übrigen hängt der Verlauf der Schaulinien von der Vorbehandlung des untersuchten Öles und insbesondere auch davon ab, was für elektrischen Beanspruchungen, Temperaturen und sonstigen Einflüssen es vor dem Versuch unterworfen war, die auf die Verteilung und Bewegung der Isolierflüssigkeit zwischen den Elektroden einwirken. Aus dem geschilderten Verhalten des Leistungsfaktors der untersuchten Öle kann geschlossen werden, daß die sogenannte „Gleichstromreinigung“ auf einer Entfernung der Ionen aus der Isolierflüssigkeit oder — im Hinblick auf die Wiederzunahme des Leistungsfaktors nach Wegnehmen der Gleichspannung — auf einer Anhäufung von Ionen als Raumladungen nahe oder an der Elektrodenoberfläche oder auch auf beiden Erscheinungen zugleich beruht. Größere Ionenbeweglichkeit infolge verringerter Zähflüssigkeit bei höheren Temperaturen und größere Feldstärken beschleunigen diesen Ausscheidungsvorgang.

Die Schaulinien des Durchgangsstromes verlaufen mit Ausnahme ihres ersten, über weniger als 1 s erstreckten, zur Zeitachse annähernd parallelen Teiles ganz ähnlich denen des Leistungsfaktors. Der Strom nimmt mit der Zeit bis auf einen sehr geringen Wert ab. Auch diese Abnahme der Leitfähigkeit kann aus der beständigen Entfernung von Ionen oder der Anhäufung großer molekularer Raumladungen an den Elektroden erklärt werden. Die Berechnungen der Verluste bei Wechselstrombeanspruchung, die aus den so ermittelten Leitfähigkeiten bestimmt wurden, ergaben annähernd dieselben Werte wie die tatsächlich gemessenen Wechselstromverluste, woraus hervorgeht, daß, wenigstens bei niedrigen Frequenzen, die Gleichstromleitfähigkeit die Ursache der Wechselstromverluste ist.

Es zeigt sich also, daß die bei längerem Anlegen von Gleichspannung zu beobachtende Verringerung der Leitfähigkeit und des dielektrischen Verlustes isolierender Flüssigkeiten und das Auftreten von Raumladungen eng miteinander zusammenhängende Erscheinungen sind. Bei reineren Isolierflüssigkeiten nimmt die Leitfähigkeit nach einer kurzen Zeitspanne, in der sie annähernd unveränderlich ist, mit der Zeit ab. Diese Abnahme der Leitfähigkeit ist auf die Anhäufung von Raumladungen an den Elektroden zurückzuführen, die teils aus frisch gebildeten, leicht beweglichen, teils aus schweren Molekularverbänden mit Ionen im Mittelpunkt bestehen. Bei der Umkehr der angelegten Gleichspannung festzustellende große Höchstwerte des Durchgangsstromes sind ebenfalls eine Folge solcher Raumladungen. Die in ihrer Beweglichkeit durch umgebende, neutrale Moleküle stark behinderten und daher trägen Ionen haben zwar bedeutenden Einfluß auf die sich unter Gleichspannung einstellenden Endwerte der Leitfähigkeit, tragen aber nur wenig zu den dielektrischen Verlusten bei niederfrequenter Wechselspannung bei. Der dielektrische Verlust ist in den meisten Fällen eine reine Leitfähigkeitserscheinung, die sich hauptsächlich aus der Bewegung der in der neutralen Isolierflüssigkeit befindlichen sowie aus den Molekularverbänden befreiten Ionen ergibt. Die für den dielektrischen Verlust maßgebenden Leitfähigkeiten sind z. B. die kurz nach dem Anlegen der Gleichspannung an die Isolierflüssigkeit zu messenden Werte, die, wie vorerwähnt, bis zu etwa 1 s unveränderlich bleiben. *O. N.*

---

[1]) Ann. Phys. 28 (1909) S. 326.
[2]) Ann. Phys. 26 (1908) S. 597.
[3]) J. B. W h i t e h e a d u. S. H. S h e v k i, Electr. Engng. 54 (1935) S. 603.
[4]) Trans. Amer. Inst. electr. Engr. 49 (1930) S. 647.



RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

621. 313. 14. 027. 23 **Ein neuer netzunabhängiger Kleinmotor.** — Kleinmotoren für Niederspannung von 3 bis 5 V, die also unabhängig vom Ortsnetz sind, erlangen durch die zunehmende Anwendung der Elektrizität im Haushalt und Gewerbe immer mehr an Bedeutung. Begünstigt wurde diese Entwicklung durch die fortschreitende Verbesserung der Trockenelemente in bezug auf Kapazität und Lagerfähigkeit. Um eine möglichst hohe Ausnutzung der Batterien zu erzielen, galt es einen Kleinmotor zu entwickeln, der mit möglichst hohem Wirkungsgrad arbeitet. Der in Abb. 1 wiedergegebene Motor weist nach Angabe

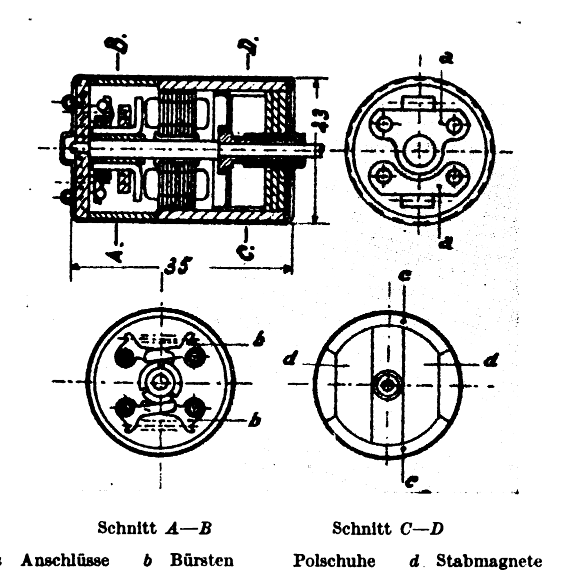


Abb. 1. Kleinmotor für 3 V.

des Herstellers einen solchen von 40 bis 50 % auf. Feldspulen sind vermieden worden; anstatt dessen werden hochwertige permanente Magnete verwendet. Ein Verschmutzen des Kommutators und damit eine Leistungsherabsetzung ist kaum möglich, da vier Bürsten aus Neusilber und eine besondere Federung vorgesehen wurden. Der T-Anker des Kleinmotors ist dreipolig ausgeführt, wobei die Wicklung mit Preßspaneinlagen gegen den Anker gut isoliert ist. Die Polschuhe des zweipoligen Feldes sind gegen das becherförmig ausgebildete Aluminiumgehäuse gepreßt und segmentförmig ausgebildet. Das Aluminiumgehäuse umschließt sämtliche Teile des Motors; die Lager befinden sich innerhalb dieses Gehäuses und sind mit Fettkammern ausgebildet, die für ausreichende Schmierung Sorge tragen.

Der Motor wird in zwei Ausführungen hergestellt, von denen die kleinere bei 3 V eine Stromaufnahme von rd. 110 mA bei Leerlauf und etwa 300 mA bei Belastung aufweist. Die größere Type hat bei 4½ V und bei Leerlauf einen Aufnahmestrom von 90 mA und bei Belastung 500 mA. Die Umdrehungszahl der Motoren beträgt etwa 2000. Die Lebensdauer wird mit 2500 Betriebsstunden angegeben.

Infolge der geringen Abmessungen der Motoren (siehe Abb. 1), ihrer geringen Gewichte (45 bzw. 80 g) und des verhältnismäßig kleinen Stromverbrauchs dürften diese Motoren für viele Anwendungsgebiete eine allen praktischen Bedürfnissen genügende Betriebsdauer und Wirtschaftlichkeit gewährleisten. Die Motoren eignen sich nicht nur für bereits bekannte Geräte, wie Handlüfter, Rasierapparate usw., sondern überhaupt für neuzeitliche Sonderkonstruktionen jeder Art, die netzunabhängig betrieben werden sollen. *Hs.*

621. 313. 323 : 529. 7 **Kleine selbstanlaufende Zeit-Synchronmotoren.** — Diese zur Verwendung in Meßeinrichtungen, Selbstschaltern und sonstigen Geräten mit irgendeinem Zeitelement bestimmten Motoren gewinnen mit der Verbreitung der Netze mit zeitüberwachter Frequenz immer mehr an Bedeutung. Nach Bauart und Wirkungsweise, und zwar besonders nach der Art, wie das synchrone Drehmoment zustande kommt, lassen sie sich im großen und ganzen in drei Hauptgruppen einteilen:

A. Der Läufer enthält als kennzeichnenden Bestandteil einen permanenten Stahlmagneten, der von vornherein hoch magnetisiert ist,
B. einen Stahlmagneten, der aber erst durch die Ständerdurchflutung voll magnetisiert wird.
C. Der Läufer besteht aus Weicheisen oder magnetisch ähnlichem Stoff.

Nach Entstehung des Anlaufmomentes lassen sich in jeder dieser Gruppen zwei Untergruppen unterscheiden:

1. Gleiches wirksames Läuferelement für Anlauf und Betrieb;
2. getrennte Läuferelemente für Anlauf und Betrieb, miteinander verbunden durch eine Feder oder eine Reibungskupplung.

Aus dem besonderen Verwendungszweck ergeben sich eine Reihe von mehr oder weniger naheliegender Sonderanforderungen: Insbesondere soll die Drehrichtung zwangsläufig durch die Konstruktion festgelegt sein, was sich in vielen Fällen nur mit mechanischen Mitteln erreichen läßt. Über- und Unterdrehzahlen dürfen nicht vorkommen. Die Betriebsdrehzahl soll weder zu hoch noch zu niedrig sein. Hauptsächlich maßgebend für die Verwendbarkeit eines Entwurfes sind a) das Anzugsmoment, b) das Minimum des Drehmomentes während des Hochlaufens, c) das synchrone Moment. Es werden drei Ausführungen der Klasse A 1, eine von A 2, zwei von B 1, zwei von C 1 und eine der Klasse C 2 näher beschrieben.

Bei einem großen Teil der angeführten Konstruktionen besteht der Ständer aus einer ringförmigen Spule, die allseitig von Weicheisen mantelartig umschlossen ist. Der Eisenmantel ist so geschlitzt, daß längs des Umfanges klauenförmige Nord- und Südpole miteinander abwechseln. Der Läufer, für den Betrieb gemäß Grundsatz A, B oder C entworfen, ist bei Untergruppe A so ausgebildet, daß beim Einschalten Schwingbewegungen entstehen, die nach dem Anwachsen zu einer entsprechend großen Amplitude in eine Drehbewegung übergehen (impulse starter). Durch eine mechanische Vorrichtung wird hier im allgemeinen die falsche Drehrichtung gesperrt.

Bei der Ausführung nach Untergruppe 2 arbeitet das Anlaufelement des Läufers nach dem Induktionsprinzip (induction starter). Die Enddrehzahl dieses Elements liegt im allgemeinen beträchtlich höher als die synchrone des Permanentmagnetelements. Bei dieser Untergruppe wird vielfach auch ein Ständer verwendet, der dem einer zweipoligen Gleichstrommaschine ähnlich sieht.

Bei der Form B, bei der für den Anlauf und den Betrieb das Hysteresemoment in größerem Maße ausgenutzt wird, hängt die Güte des Entwurfes in erster Linie von den magnetischen Eigenschaften des Läuferbaustoffes ab. Das Hysteresemoment ist zwar von Stillstand bis Synchronismus von der Drehzahl unmittelbar nicht abhängig, trotzdem ergibt sich aus den Versuchen, daß beim Anlauf und beim Synchronismus der Bestwert mit Stählen verschiedener Zusammensetzung erreicht wird. Die Theorie des Motors wurde schon von Steinmetz angegeben[1]).

Bei der Kleinheit der Leistungen (Aufnahme etwa 3 W) sind die Drehmomente schwierig zu messen. Die Anzugsmomente der Ausführungen nach dem Impulsprinzip (impulse starter) werden mit Hilfe zweier Reibungsflächen bestimmt, welche unter dem Druck veränderlicher Meßgewichte an der Welle des Motors anliegen. Es wird der kritische Auflagedruck bestimmt, bei dem der Motor gerade nicht mehr anzieht (schwingt). Die Drehmomentkurve beim Hochfahren wird mit Hilfe einer besonderen

[1]) z. B. Alternating Current Phenomena, 1908.

Anordnung bestimmt, bestehend aus Federdynamometer, einem in der Drehzahl weitgehend regelbaren Motor und einem Rotoskop oder Stroboskop. [W. Holmes u. E. Grundy, Vortrag Instn. electr. Engr. am 1. 3. 1935.] *Bdk.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Neue elektrische Prüfämter. — Der Aktiengesellschaft Elektrizitätswerk Südwest in Berlin-Wilmersdorf ist vom Reichs- und Preußischen Minister für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung die Genehmigung erteilt worden, als Elektrisches Prüfamt 34 amtliche Prüfungen und Beglaubigungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen[1]), und zwar mit Gleichstrom bis 7500 A, 600 V und mit Wechsel- und Drehstrom bis 7500 A, 6600 V. Ebenso ist dem Elektrizitätswerk Minden-Ravensberg G. m. b. H. in Herford die Genehmigung erteilt worden, als Elektrisches Prüfamt 35 amtliche Prüfungen und Beglaubigungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen[2]), und zwar mit Gleichstrom bis 200 A, 500 V und mit Wechsel- und Drehstrom bis 1500 A, 6000 V im Amt und bis 50 A, 25 000 V am Betriebsort.

Ferner ist die Prüfbefugnis des Elektrischen Prüfamtes 25 in Neiße erweitert worden[3]), und zwar für Wechsel- und Drehstromprüfungen bis 1000 A und 15 000 V. Die Prüfbefugnis des Elektrischen Prüfamtes 12 in Wuppertal-Oberbarmen ist für Wechsel- und Drehstromprüfungen am Betriebsort bis 3000 A und 25 000 V erweitert worden[4]).

621. 317. 725. 082. 15 **Neues statisches Hochspannungs-Voltmeter.** — Zur Messung hoher Wechselspannungen, wie solche oft an Transformatoren, an Hochspannungs-Verteilungspunkten in Transformatorenstationen und nach der Herstellung sowie vor allem bei der Prüfung von Neon-Beleuchtungsanlagen notwendig sind, ist ein Meßgerät für den praktischen Betrieb erforderlich, das ohne Spannungswandler arbeitet und genügend empfindlich und genau ist. Diese Gründe führten zum Bau eines Wechselstrom-Spannungsmessers (Abb. 2), des sogenannten „Neon"-Voltmeters (DRP angem.). Das Meßgerät ist leicht tragbar, recht handlich und gefahrlos ablesbar. Der Eigenverbrauch ist äußerst gering, da das Instrument elektrostatisch arbeitet, indem mehrere bewegliche Scheiben elektrisch aufgeladen werden und sich gegenseitig anziehen. Um zu verhindern, daß Überschläge innerhalb des Gerätes erfolgen, sind sämtliche Metallteile durch eine sehr dünne, aber außerordentlich hochwertige Isolationsschicht bedeckt. Infolgedessen treten keine Sprüherscheinungen bei der Betriebsspannung auf.

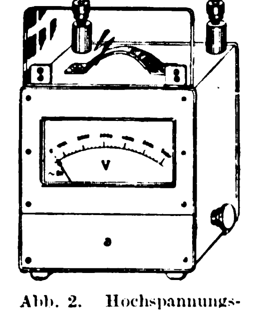


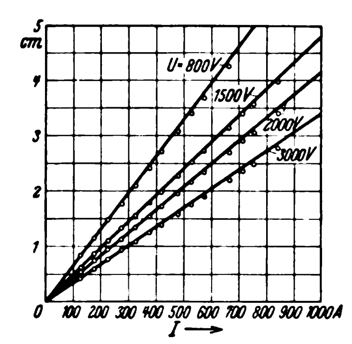
Abb. 2. Hochspannungs-Voltmeter.

Das Instrument läßt sich für Spannungen von 500 bis 20 000 V und darüber herstellen. Mehrere Meßbereiche in einem Gerät sind ausführbar. Die Genauigkeit entspricht der Klasse 1,5. Die Skala ist verhältnismäßig recht gleichmäßig und beginnt bei etwa 10 % des Skalenendwertes. Das Instrument besitzt eine Nullpunktstellschraube zur etwaigen Behebung kleiner Abweichungen. Praktische Anschlußklemmen für Draht, Stecker und Kabelschuhanschluß erleichtern und vereinfachen die Messung. Die spannungführenden Klemmen sind mit einer unzerbrechlichen durchsichtigen Scheibe abgedeckt. Das Gewicht beträgt etwa 1,5 bis 2 kg. *W. Zh.*

621. 317. 754. 022 **Starkstrommessung mit dem Braunschen Rohr.** — Der Braunsche Niederspannungs-Oszillograph (abgeschmolzenes Glasrohr) wurde bisher meist nur zur Messung von Spannungen oder von kleinen Strömen benutzt. W. Holzer untersuchte ein handelsübliches abgeschmolzenes Braunsches Rohr auf seine Eignung zur Aufzeichnung von Starkströmen der Größe 25 bis 1000 A, indem er die stromführende Leitung parallel zur Achse des Braunschen Rohres führte und die Ablenkung des Elektronenstrahles durch das Magnetfeld um den Stromleiter zur Messung benutzte. Die Ablenkung des Schreibflecks läßt sich angenähert nach der Formel berechnen:

$$a = 2{,}94 \cdot 10^{-2} \frac{l^2}{L\sqrt{U}} \text{ in } \frac{\text{cm}}{A}$$

Darin ist a die Ablenkung in cm je Ampere, l (cm) die Strahllänge des Elektronenstrahles, L (cm) der Abstand des Leiters von dem Elektronenstrahl und U (V) die Spannung zwischen Anode und Kathode des Braunschen Rohres. Zur Nachprüfung dieser Formel wurde in der Entfernung $L = 91$ cm von einem Braunschen Rohr mit der Zeigerlänge $l = 24$ cm ein Kupferstab von 25 mm Dmr. als Meßleiter parallel zur Rohrachse gelegt. Der Leiterstrom wurde von 0 bis 1000 A geregelt. In Abb. 3 sind für vier Erregerspannungen des Braunschen Rohres die erhaltenen Strahlausschläge in Abhängigkeit von der Stromstärke aufgetragen. Die ausgezogenen Geraden stellen die nach der obigen Formel berechneten Werte dar. Die Übereinstimmung zwischen Rechnung und Messung dürfte für die meisten technischen Zwecke genügen. Meßfehler können durch die schwer vermeidbare magnetische Einwirkung des Stromrückleiters auf den Elektronenstrahl entstehen.



— berechnete Werte
∘ Meßwerte

Abb. 3. Ablenkung a von Kathodenstrahlen in einem Braunschen Rohr durch einen stromdurchflossenen Leiter in Abhängigkeit vom Strom I im Leiter und Kathodenspannung U.

Die Brauchbarkeit des neuen Stromwellenschreibers für Prüffeld- und Netzuntersuchungen wurde gezeigt, indem der Einschaltstromstoß eines Gleichrichterwerks auf ein Glühlampennetz und ferner, indem der Abschaltvorgang einer Hochstromsicherung bei 50 Hz aufgezeichnet wurde. In vielen Fällen wird dieses Meßverfahren besonders wertvoll sein, weil die elektrischen Verhältnisse in dem zu untersuchenden Stromkreis nicht durch Zuschaltung eines Stromwandlers oder eines Nebenschlusses geändert zu werden brauchen. Die Meßeinrichtung hat gegenüber dem Schleifenoszillographen neben der Einfachheit und Billigkeit den großen Vorzug, daß das Meßorgan nicht überlastet werden kann.

Das angegebene Strommeßverfahren ist von 25 A aufwärts bis zu beliebig hohen Stromstärken und für Gleich- wie Wechselstrom bis zu Höchstfrequenzen geeignet. Praktisch wird die Brauchbarkeit jedoch durch die optische Grenzleistung des Braunschen Rohres der abgeschmolzenen Bauart begrenzt. Sehr rasch veränderliche Ströme, wie z. B. von Wanderwellenvorgängen, wird man daher mit einem Hochleistungs-Kathodenoszillographen unter Verwendung einer im Vakuum liegenden Strommeßspule[1]) aufzeichnen. [W. Holzer, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) S. 322.] *Rsk.*

Verkehrstechnik.

621. 316. 262 : 625. 24 **Fahrbare Unterwerke für die Deutsche Reichsbahn.** — Die DRG hat kürzlich zwei fahrbare Unterwerke mit einer Leistung von je 6500 kVA dem Betrieb übergeben. Die Übersetzung des selbstgekühlten Umspanners beträgt den verlangten vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten entsprechend 115/18/17,25/16,5 kV im Leerlauf. Die Oberspannungsseite erhielt je einen zweipoligen Leistungsschalter (110 kV, 700 MVA), während die Unterspannungsseite mit je zwei einpoligen Schaltern (16 kV, 300 MVA) ausgerüstet wurde, und zwar erhielt das

[1]) Reichsministerialblatt 1935, S. 536. Bekanntmachung Nr. 387 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[2]) Reichsministerialblatt 1935, S. 576. Bekanntmachung Nr. 389 der PTR.
[3]) Reichsministerialblatt 1935, S. 594. Bekanntmachung Nr. 390 der PTR.
[4]) Reichsministerialblatt 1935, S. 726. Bekanntmachung Nr. 391 der PTR.

[1]) Matthias, v. Borries und Ruska, Z. Physik 85 (1933) S. 336.

eine Unterwerk Expansionsschalter und das andere Unterwerk Druckgasschalter. Man kann somit die beiden Fahrleitungen einer zweigleisigen Strecke unabhängig voneinander betreiben. Die vollständige elektrische Ausrüstung des in Abb. 4 dargestellten fahrbaren Umspannwerks beträgt rd. 72 t. Da der Wagen etwa 38 t wiegt, so kommt man zu einem Gesamtgewicht von rd. 110 t bei einer Länge von 18 m. [G. Naderer, Elektr. Bahnen 11 (1935) S. 93.] *Hs.*



Abb. 4. Fahrbares Unterwerk der DRG.

Elektrische Antriebe.

621. 398. 082. 5 : 621. 34 **Ein Leuchtbild für große elektrisch angetriebene Werkzeugmaschinen.** — Große Werkzeugmaschinen mit elektrischem Antrieb werden heutzutage von Druckknopfstationen aus bedient. Es ist dabei nicht möglich, von jeder dieser Druckknopfstationen aus den Schaltzustand der Maschine zu erkennen. Ein Leuchtbild über der eigentlichen Schaltanlage läßt sofort erkennen, welche Teile der Maschine ausgeschaltet, welche betriebsbereit und welche gesperrt sind. Abb. 5 zeigt das auf dem Mittelfeld einer siebenfeldrigen Schaltanlage für eine große vereinigte Hobel- und Fräsmaschine aufgebaute Leuchtbild. Die Ausrüstung dieser Maschine umfaßt insgesamt 17 von einem Umformer gespeiste angebaute Motoren mit einer Gesamtleistung von 225 kW. Selbstverständlich mußte man sich darauf beschränken, nur die Vorgänge darzustellen, die nicht mit einem Blick zu erkennen sind. Im Ruhezustand der Maschine ist das Bild unbeleuchtet. Mit dem Einlegen des Hauptschalters zum Anlassen des Umformers beginnt das Aufleuchten, und zwar leuchten, sowie Spannung vorhanden ist, die dreieckigen Zeichen ober- und unterhalb des Querbalkens grün auf und zeigen damit an, daß der Querbalken verschoben werden kann. Alle anderen Antriebe sind gesperrt und ihre Zeichen bleiben daher dunkel. Soll einer dieser Antriebe benutzt werden, so muß zuerst der Querbalken festgeklemmt werden, was durch Drücken auf den entsprechenden Druckknopf erfolgt. Das Festklemmen wird dadurch angezeigt, daß sich die Farbe der Querbalkenzeichen von Grün in Rot ändert. Gearbeitet kann aber erst werden, wenn auch die Zeichen für die Gleitbahn in roter Farbe aufleuchten, und dies tritt erst ein, wenn Öl für die Gleitbahn gefördert wird, und nicht schon im Augenblick des Einschaltens des Pumpenmotors für die Ölförderung. Hierauf ist nur noch zu bestimmen, ob gehobelt oder gefräst werden soll, und hierauf durch Sperren der nicht benötigten Supporte mit den Sperrschaltern auf der Schalttafel der benötigte Support auszuwählen. Selbstverständlich können beim Hobeln nur die beiden Hobelsupporte *I* und *II* verwendet werden. Würde versehentlich versucht werden, einen der beiden Frässupporte *1* und *2* in Betrieb zu setzen, so würde das Dunkelbleiben ihrer Zeichen sofort auf den Irrtum aufmerksam machen. Anderseits macht die Farbenänderung eines bisher in roter Farbe leuchtenden Zeichens auf eine Störung aufmerksam. So verändert sich z. B. die rote Farbe der Leuchtbahnzeichen, wenn die Ölförderung einmal ausfallen sollte, auch schon, ohne daß ein Stehenbleiben des Motors dazu Veranlassung geben würde. Diese Änderung würde aber zugleich ein Abstellen sämtlicher Antriebe einleiten. Das Leuchtbild unterrichtet sonach die Bedienung in allen Fällen sehr rasch über den jeweiligen Betriebszustand der Maschine und erleichtert außerdem die rasche Durchführung aller Schalthandlungen. [BBC Nachr. 22 (1935) S. 64.] *f.*

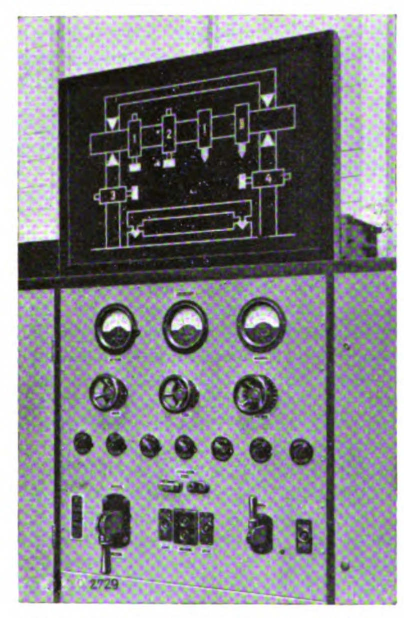


Abb. 5. Leuchtschaltbild für eine vereinigte Hobel- und Fräsmaschine.

621. 315. 37 : 621. 9 **Das Verlegen elektrischer Leitungen für verwickelte Werkzeugmaschinensteuerungen.** — Auf das schon seit Jahren bekannte Gebiet der Verlegung elektrischer Leitungen für Werkzeugmaschinen wird durch diesen Aufsatz erneut hingewiesen. Insbesondere wird die Verwendung von Leitungsplänen, die eine sachgemäße und übersichtliche Montage von elektrischen Leitungen an Werkzeugmaschinen ermöglichen, ausführlich an mehreren Beispielen erläutert. Hierbei ist die Kennzeichnung der leicht zu Verschmutzungen neigenden farbigen Leitungen durch aufgeprägte Zahlen ein beliebtes Hilfsmittel, das anderorts schon seit langem bekannt ist. Die Abhandlung hat das Verdienst, mit Rücksicht auf die zahlreichen neu in der Werkzeugmaschinenindustrie eingestellten Konstrukteure auf wichtige Hilfsmittel zur Erleichterung der Betriebsüberwachung elektrischer Werkzeugmaschinenantriebe hingewiesen zu haben. [K. Maecker, Werkst. u. Werksl. (1935) S. 219.] *R. Wr.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 5 (100) **Das Weltfunksprechnetz.** — Eine den Stand vom Anfang des Jahres wiedergebende Zusammenstellung und schematische Darstellung der Funksprechverbindungen des Weltfunknetzes enthält 90 Funksprechverbindungen zwischen festen Punkten. Für jede Verbindung sind angegeben: Zeit der Inbetriebnahme, Länge, Namen der Sende- und Empfangsstationen, Wellenlängen und Betriebszeiten. Von den Verbindungen gehen 52 von europäischen Ländern aus. Großbritannien steht mit 13 Verbindungen an erster Stelle; im übrigen verfügen die V. S. Amerika über die größte Zahl von Funksprechverbindungen (20). Die Zusammenstellung enthält ferner die Funksprechverbindungen mit Ozean-Fahrgastschiffen und die wichtigsten europäischen Sprechverbindungen mit Schiffen im Nahverkehr.

Beim Vergleich mit der gleichartigen vorjährigen Zusammenstellung fällt vor allem auf, daß Japan sich mit einer Reihe von Funksprechverbindungen in das Weltsprechnetz eingegliedert hat. Am 12. 3. 1935 wurde der unmittelbare Fernsprechverkehr zwischen Tokio einerseits sowie Berlin und London anderseits aufgenommen, nachdem bereits im Jahre 1934 unmittelbare Funksprechverbindungen mit Formosa, der Mandschurei, den Philippinen, Niederländisch-Indien und den V. S. Amerika in Betrieb genommen waren. Weiterhin erscheint zum erstenmal Sowjetrußland mit einer Anzahl Funksprechverbindungen, von denen neben einigen inneren Verbindungen die unmittelbare Verbindung Moskau—Paris zu erwähnen ist. Schließlich hat das Funksprechnetz in Südamerika eine weitere Verdichtung erfahren. Von wichtigen Staaten fehlt noch China, das aber bereits in der schematischen Übersicht mit geplanten Sprechverbindungen nach Deutschland, Großbritannien, Nordamerika und den Philippinen erscheint. [Europ. Fernsprechdienst (1935) H. 39, S. 115.] *O. B.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

538. 22 : 621. 3. 064 **Das magnetische Verhalten ferromagnetischer Stoffe bei Ausschaltvorgängen.** — G. Kießling untersucht den zeitlichen Verlauf des Induktionsflusses in einem Stahlzylinder nach dem Ausschalten des Magnetisierungsstromes. Ausgeschaltet wird durch einen Helmholtzschen Pendelunterbrecher, der kurze Zeit darauf den Kreis einer Induktionsspule über ein Galvanometer schließt. Der unter Berücksichtigung der Wirbelströme durchgeführte Vergleich zwischen Theorie und Versuch zeigt, daß der stationäre Induktionsfluß in einem ferromagnetischen Stoff schneller zusammenbricht, als es seiner statisch gemessenen Anfangspermeabilität entspricht. Für eine Relaxationszeit von 0,015 bis 0,01 s ist die wirksame Permeabilität unabhängig von der Relaxationszeit um ungefähr 15 bis 20 % kleiner als die stationäre Permeabilität. [G. Kießling, Ann. Physik 22 (1935) S. 402.] *ue.*

537. 523. 5 **Untersuchungen am elektrischen Lichtbogen.** — H. Plesse untersucht das Übergangsgebiet von der Glimm- zur Bogenentladung. Er arbeitet mit Wechselstrom, da hierbei ein Umschlag in jeder Halbperiode erreicht und mit dem Oszillographen leicht beobachtet werden kann. Läßt man die Entladung zwischen zwei Elektroden nach Art der Hörnerblitzableiter mittels eines Magnetfeldes laufen, so beobachtet man, daß der Anodenfleck bei allen Bedingungen während der ganzen Halbperiode läuft. Der Kathodenfleck der Glimmentladung läuft bei allen Metallen, bei denen die Entladung bei 0,06 A in Stickstoff noch nicht in einen Bogen umgeschlagen ist; das sind Ag, Cu, Ni, Fe, Pt, W. Haftenden Kathodenfleck zeigen alle Metalle, bei denen sich schon bei kleinen Stromstärken die Bogenentladung ausbildet. Hierzu gehört auch festes Quecksilber. Die Laufart richtet sich wesentlich nach der Verdampfbarkeit (Siedepunkt, Verdampfungswärme) des Metalls. Um zu prüfen, ob der Elektrodendampf auf die Entladungsform Einfluß hat, wurde der Entladung von außen Metalldampf zugeführt. Es zeigt sich, daß immer, wenn Metalldampf von genügender Konzentration vor der Kathode vorhanden ist, die Glimm- in die Bogenentladung umschlägt. Dies gilt auch, wenn eine hohe Dampfdichte von anderem Stoff künstlich vor der Kathode erzeugt wird. Man kann also das verschiedene Verhalten der Metalle bei der Lichtbogenbildung nicht ausschließlich auf die unterschiedliche Elektronenemission aus der Kathode zurückführen. Es gibt vielmehr Bogenformen, bei denen die Dampfbildung vor der Kathode wesentlicher Entstehungsgrund ist. [H. Plesse, Ann. Physik 22 (1935) S. 473.] *Br.*

Hochspannungstechnik.

621. 396. 611. 3. 027. 7 **Hochspannungserzeuger für Hochfrequenz.** — Um die Isolationsschwierigkeiten zu verringern, haben W. Kossel und A. Eckardt die

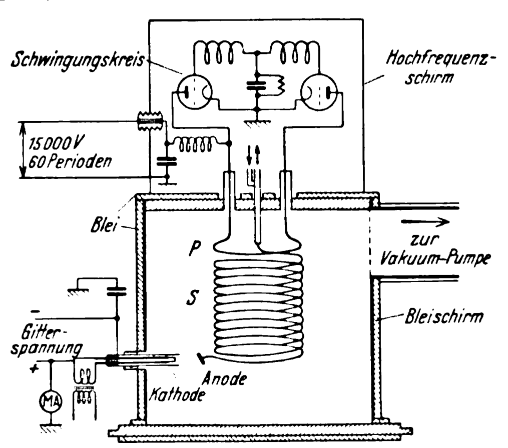


Abb. 6. Hochspannungserzeuger für Hochfrequenz.

Hochspannungsquellen einer Röntgenröhre in das Vakuum verlegt[1]). D. H. Sloan benutzt als Energiequelle einen Kurzwellenerzeuger hoher Leistung. Die Sekundärspule besteht dann nur aus zehn bis fünfzehn Windungen, die aus starkem Kupferrohr hergestellt werden können und keine isolierende Träger brauchen; sie können von innen mit Wasser gekühlt werden. Die Spule befindet sich in einem Vakuumgefäß aus Stahl und Kupfer, das die Spule am geerdeten Spannungsknoten trägt (Abb. 6), so daß auch keine Durchführungsisolation nötig ist. Der Kreis ist als ganzes auf Resonanz abgestimmt. Die Kathode ist von einem Gitter umgeben, das eine negative Spannung von einigen Tausend Volt hat. Es soll nur dann Elektronen durchlassen, wenn die Anodenspannung in der Nähe ihres Höchstwertes ist. Das freie Ende der Sekundärspule führt unter dem Einfluß der elektrischen und magnetischen Kräfte Schwingungen aus. Dadurch trifft der Brennfleck der Elektronen dauernd auf andere Teile der Antikathode, so daß ein Durchbrennen verhindert wird. Mit zwei Senderöhren von 100 kW erhält man Röntgenstrahlen, deren Härte einer Spannung von 800 kV entspricht. [D. H. Sloan, Physic. Rev. 47 (1935) S. 62.] *Br.*

[1]) ETZ 56 (1935) S. 386.

Elektromedizin.

621. 317. 755 : 61 **Elektrokardiograph mit Elektronenstrahlröhre.** — F. Hehlgans hat einen Kathodenstrahl-Oszillographen entwickelt, der vor allem in der klinischen Praxis zur Aufnahme der Aktionsströme des Herzens (Elektrokardiographie) dienen soll. Den elektrischen Aufbau zeigt (Abb. 7). Die gewöhnlich an beiden

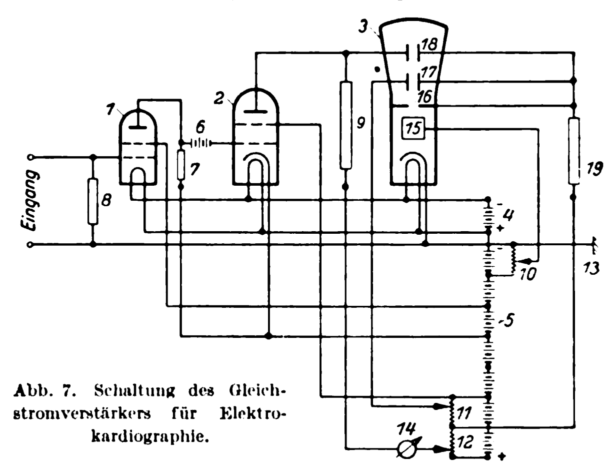


Abb. 7. Schaltung des Gleichstromverstärkers für Elektrokardiographie.

Armen und am linken Bein abgenommenen Spannungen sind von der Größenordnung 1 mV. Zur Verstärkung auf etwa 40 V kommt wegen des langsamen Rhythmus der Herzmuskelkontraktionen nur Gleichstromverstärkung in Betracht. Da die Verwendung der Elektronenstrahlröhre *3* nur reine Spannungsverstärkung erfordert, genügt ein zweistufiger Verstärker mit den Schirmgitterröhren *1* und *2*. Beim Aufbau wurde darauf Wert gelegt, daß die drei Röhren nur eine Heizbatterie *4* benötigen und daß alle erforderlichen Spannungen von einer Anodenbatterie *5* abgegriffen werden können (die Kompensationsbatterie *6* ist nur der Übersichtlichkeit wegen gesondert gezeichnet). *7* und *9* sind Hochohmwiderstände, *8* ein Hochohmpotentiometer zur Regelung der Empfindlichkeit. Mittels der Potentiometer *10*, *11* und *12* werden die Spannungen für den Wehneltzylinder *15* und je eine Platte der Ablenkkondensatoren *17* und *18* abgegriffen, während die anderen Ablenkplatten und die Anode *16* über den Widerstand *19* eine konstante Vorspannung erhalten. Bei *13* wird der Verstärker mit dem Metallgehäuse des Gerätes verbunden; eine Erdung ist nicht nötig. Das Milliamperemeter zeigt den Ruhestrom der Endröhre *2*. Die Elektronenstrahlröhre ist eine Sonderröhre von 25 cm Länge. Die Ablenkplatten *17* dienen nur zur genauen elektrischen Einstellung des Fluoreszenzlichtflecks. Die Ablenkungen des Lichtflecks werden durch ein photographisches Objektiv auf einem laufenden Filmband aufgezeichnet. Die Anordnung enthält außerdem eine Eichschaltung, die die Aufzeichnung der Eichmarken zu einem beliebigen Zeitpunkt ermöglicht, und eine Zeitmarkierungseinrichtung. Für feinere physiologische Untersuchungen kann die Verstärkung noch weiter getrieben werden, indem die Ausgangswiderstände *7* und *9* der Röhren *1* und *2* durch Ventilröhren ersetzt werden. [F. Hehlgans, Z. techn. Physik 16 (1935) S. 42.] *Wba.*

WIRTSCHAFTSTEIL.

Zur Statistik des deutschen Hochspannungsnetzes.

621. 311. 1. 027. 3 (43) : 31

Übersicht. Aus den Ergebnissen einer Erhebung des REV wird die Zusammensetzung des deutschen Hochspannungsnetzes nach Spannung, Leiterbaustoff und -querschnitt im ganzen und für einzelne Bezirke nachgewiesen. Die „Leitungsdichte" in m/km² gibt einen Anhalt zur Beurteilung der elektrizitätswirtschaftlichen Eigenarten einzelner Gebiete.

Die Auswertung der jetzt erstmalig vom Reichsverband der Elektrizitätsversorgung durchgeführten eingehenden Erhebungen über das deutsche Hochspannungsnetz ergibt außer der Zusammenstellung wertvoller Einzelangaben[1]) eine Reihe aufschlußreicher Angaben, von denen die nachfolgenden Zusammenstellungen von allgemeinerem Wert sein können. Einen Überblick über den gesamten Bestand gibt zunächst die Zahlentafel 1, in der alle Leitungen nach den Spannungen, für die sie gebaut sind, ohne Rücksicht auf Querschnitt, Baustoff usw. zusammengefaßt sind. Die beiden letzten Spalten enthalten gesondert die Werte des Gebietes von Österreich.

Zahlentafel 1.

Spannung kV	Streckenlänge (Deutschl.) km	%	Streckenlänge (Österreich) km	%
380	749,78	3,0	—	—
220	958,61	3,8	70,00	3,8
100 ··· 150	9 047,32	36,2	700,00	37,7
30 ··· 80	14 193,07	57,0	1 086,50	58,5
Summe	24 948,78	100,0	1 856,50	100,0

Die niedrigen Spannungen machen mehr als die Hälfte der gesamten Streckenlänge aus, während die 380- und 220 kV-Leitungen zusammen noch nicht einmal 7 % hiervon erreichen. Es ist bemerkenswert, daß diese Verhältnisse in dem viel kleineren Österreich fast genau im Durchschnitt des Deutschen Reiches liegen, während — wie später zu zeigen ist — innerhalb desselben große Unterschiede bestehen. Betrachtet man anderseits alle Leitungen nur unter dem Gesichtspunkt des Leiterbaustoffes, der ja z. Z. von besonderem Interesse ist, so ergibt sich die Zahlentafel 2.

[1]) ETZ 56 (1935) S. 448. „Karte der Hochspannungsleitungen ..." und „Verzeichnis der Hochspannungsleitungen ...". Herausgegeben vom REV., Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin, 1935.

Zahlentafel 2.

Leiterbaustoff	Streckenlänge (Deutschland) km	%	Streckenlänge (Österreich) km	%
Kupfer	18 851,33	75,5	1 413,90	76,2
Aluminium . .	5 092,91	20,4	393,40	21,2
Aldrey	467,84	1,9	—	—
Stahl-Alumin. .	307,30	1,2	31,00	1,6
Bronze	186,10	0,8	—	—
Eisen	43,30	0,2	18,20	1,0
Summe	24 948,78	100,0	1 856,50	100,0

Kupfer spielt heute bei weitem die entscheidende Rolle. Neben ihm kommt in dem gegenwärtigen Stand des Netzes praktisch nur Aluminium in Betracht mit etwa ²/₅ der gesamten Streckenlänge, während alle übrigen Baustoffe nicht über eine gelegentliche Verwendung hinausgekommen sind. Bei der Beurteilung dieser Zahlen, die eine erdrückende Überlegenheit des Kupfers zeigen, ist jedoch zu beachten, daß im Deutschen Reich — Österreich soll bei den weiteren Betrachtungen ausscheiden — alle Neubauten der letzten Zeit — mit verschwindend geringen Ausnahmen — in anderen Baustoffen ausgeführt worden sind bzw. werden, und daß sich das Bild mithin im Lauf der Entwicklung verschieben wird.

Interessant ist die Frage, wie sich die verschiedenen Baustoffe auf die einzelnen Spannungsgruppen verteilen. Hierauf gibt die Zahlentafel 3 Auskunft.

Während bei 380 und 220 kV ausschließlich Kupfer Verwendung gefunden hat, sinkt sein Anteil bei 100 bis 150 kV auf nur etwas mehr als die Hälfte. Hier ist Aluminium mit 37 % am stärksten vertreten, und auch Aldrey, Stahl-Aluminium und Bronze sind hier am häufigsten. In der Gruppe 30 bis 80 kV tritt Kupfer wieder mehr hervor. In Aluminium ist nur noch etwa ⅛ der Längen ausgeführt.

Zahlentafel 3.

Spannung kV	Kupfer km	%	Aluminium km	%	Aldrey km	%	Stahl-Aluminium km	%	Bronze km	%	Eisen km	%
380	749,78	100,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
220	958,61	100,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100 ··· 150	4 877,75	54,0	3 355,78	37,0	320,39	3,5	307,30	3,4	186,10	2,1	—	—
30 ··· 80	12 265,19	86,3	1 737,13	12,4	147,45	1,0	—	—	—	—	43,30	0,3
	18 851,33	—	5 092,91	—	467,84	—	307,30	—	186,10	—	43,30	—

Zahlentafel 4.

Spannung kV	Baustoff	Leiter-Querschnitt mm² > 185	151 ··· 185	121 ··· 150	71 ··· 120	51 ··· 70	50	< 50
		A. Einfachleitungen						
380	Kupfer	284,16	—	—	—	—	—	—
220	Kupfer	197,90	388,90	—	23,36	223,51	—	—
100 ··· 150	Kupfer	—	—	18,30	1 321,45	1 057,09	209,87	—
	Aluminium . .	—	—	6,4	1 239,20	—	—	—
	Aldrey	47,00	—	—	221,20	52,19	—	—
	Stahl-Alu . . .	—	29,16	—	—	—	—	—
	Bronze	—	—	—	143,40	42,70	—	—
30 ··· 80	Kupfer	—	4,20	18,90	459,65	1 397,11	4 560,56	3 299,81
	Aluminium . .	—	—	—	690,04	380,59	57,77	—
	Aldrey	—	—	—	77,45	50,00	—	—
	Eisen	—	—	—	30,10	13,20	—	—
		B. Doppelleitungen						
380	Kupfer	358,92	106,70	—	—	—	—	—
220	Kupfer	—	12,33	—	27,00	85,61	—	—
00 ··· 150	Kupfer	—	—	—	1 137,94	965,70	167,40	—
	Aluminium . .	—	—	962,25	1 147,93	—	—	—
	Stahl-Alu . . .	—	255,24	22,90	—	—	—	—
30 ··· 80	Kupfer	—	4,20	14,00	336,95	662,19	1 051,61	460 21
	Aluminium . .	—	74,00	57,10	287,00	148,63	42,00	—
	Aldrey	—	—	—	12,00	8,00	—	—

Der technische Übertragungswert der Leitungen läßt sich, wenigstens anhaltsmäßig, aus den Angaben über Spannung, Baustoff und Querschnitt beurteilen, die in der Zahlentafel 4 getrennt für Einfach- und Doppelleitungen zusammengestellt sind. Die Abb. 1 bis 4 geben sie bildlich wieder in der Weise, daß jeweils die Einfach- und Doppelleitungen eines bestimmten Querschnittes zusammengefaßt sind. Die rechte Fläche stellt die Einfach-, die linke die Doppelleitungen dar. Die Bilder zeigen deutlich, daß bei jeder Spannung ein bestimmter Querschnittsbereich einen scharf ausgeprägten Höchstwert erreicht und daß sich dieser mit zunehmender Spannung nach größeren Querschnitten verschiebt. So haben 86 % aller 380 kV-Leitungen einen Querschnitt von mehr als 185 mm² (und zwar 400 mm²), bei ihnen überwiegen die Doppelleitungen. Im Gegensatz hierzu ist deren Anteil an den 220 kV-Leitungen mit ~ 12 % der Streckenlänge gering. Der häufigste Querschnitt ist 185 mm² (42 %). Sehr scharf ist der Höchstwert der 100- bis 150 kV-Leitungen, von denen 58 % der Streckenlänge in der Gruppe 71 bis 120 mm² liegen. Oberhalb desselben überwiegen die Doppelleitungen — bedingt durch die großen Strecken in Mittel- und Norddeutschland —, während unterhalb desselben die Einfachleitungen größere Längen haben — in erster Linie in Südwestdeutschland. Bei den niedrigsten Spannungen hat sich der Höchstwert noch weiter nach unten verschoben: 66 % der Streckenlänge sind mit 50 mm² und weniger belegt. Sie dienen hauptsächlich der gebietsweisen Verteilung kleinerer Leistungen, was auch daraus hervorgeht, daß die Einfachleitungen mit 77,5 % den weitaus größten Teil ausmachen.

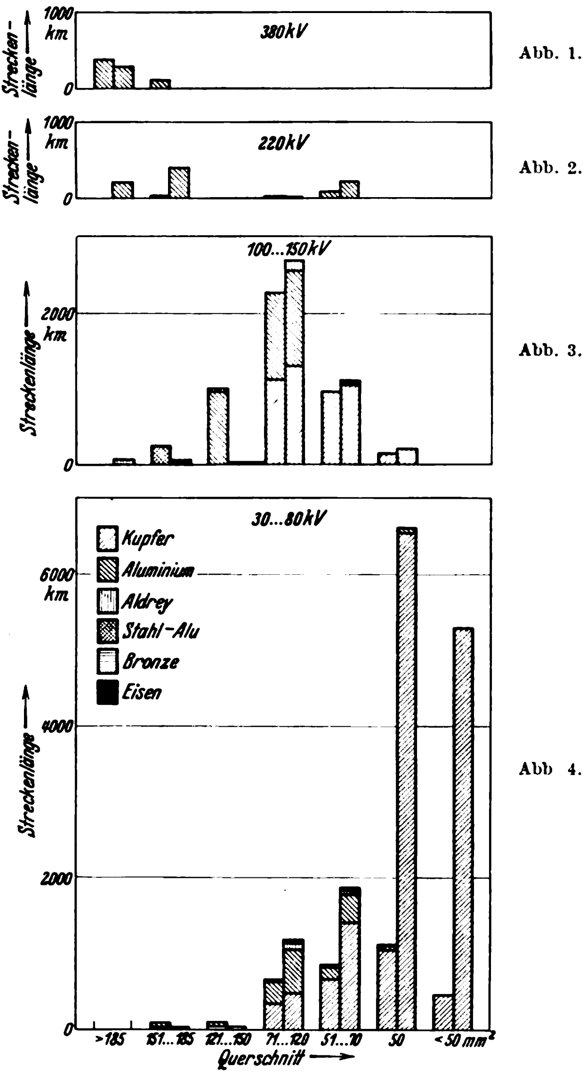


Abb. 1 bis 4. Streckenlängen der verschiedenen Leiterbaustoffe und Querschnitte.

In den Bildern ist ferner der Leiterbaustoff durch verschiedene Strichführung der Säulen kenntlich gemacht, aus der man beispielsweise noch folgendes entnehmen kann: Für Aluminium müssen in den einzelnen Spannungsbereichen durchschnittlich größere Querschnitte als für Kupfer verlegt werden — so hat Aluminium allein seinen Höchstwert im Bereich 30 bis 80 kV bei 71 bis 120 mm², während er für Kupfer, und damit auch insgesamt, tieferliegt. Aldrey findet fast durchweg in Querschnitten von 95 und 120 mm² hauptsächlich in Einfachleitungen Verwendung. In Stahlaluminium wird in erster Linie der Querschnitt 185 mm² in Doppelleitungen ausgeführt. Zahlentafeln und Bilder weisen den Aufbau des deutschen Hochspannungsnetzes noch in weiteren Einzelheiten nach, auf die jedoch in dem gegebenen Rahmen nicht näher eingegangen werden kann.

Gerade die Frage der Anwendung der einzelnen Leiterbaustoffe legt eine kurze Untersuchung darüber nahe, welche Unterschiede gegenüber diesem Durchschnitt einzelne Netzteile aufweisen. Bei dieser Auswertung wurde daher das Reichsgebiet in 8 Bezirke unterteilt, die die beigefügte Karte (Abb. 5) zeigt und die nach dem Gesichtspunkt gebildet sind, daß möglichst geschlossene Netze entstehen sollten. Die wichtigsten Angaben über ihre Größe sind in der Zahlentafel 5 zusammengestellt und werden durch die Abb. 6 und 7 über die Anteile der einzelnen Baustoffe in den Bezirken ergänzt. Es genügt, die Spannungsklassen 30 bis 80 kV und 100 bis 150 kV zu unterscheiden.

In einzelnen Gebieten, d. h. letztlich von einzelnen Unternehmungen werden bestimmte Baustoffe offensichtlich stärker bevorzugt. Aluminium ist zwar überall — mit Ausnahme von III (Schleswig-Holstein) — vorhanden. Aber bei den kleinen Spannungen liegen die Bezirke VIII (Ostpreußen), IV (Versorgungsgebiet der Preußenelektra) und VI (Schlesien) verhältnismäßig bei weitem an der Spitze. Bei den Spannungen von 100 bis 150 kV ist es wieder in VI (Schlesien) und IV (Versorgungsgebiet der Preußenelektra), außerdem aber auch in V (Sachsen) stark vertreten, während II (Westdeutschland) am weitesten zurückbleibt.

Aldrey ist am meisten in VII (Nord-Ost-Deutschland), II (Westdeutschland) und VIII (Ostpreußen) eingebaut, während es in den übrigen Bezirken verschwindet. Bronze erreicht nur in dem Gebiet IV (Versorgungsgebiet der Preußenelektra) und I (Süddeutschland) nennenswerte Beträge, während Stahlaluminium fast ausschließlich in VII (Nord-Ost-Deutschland) anzutreffen

Zahlentafel 5.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Streckenlänge 380 kV km	567,98	181,80	—	—	—	—	—	—
„ 220 „ „	—	760,71	—	197,90	—	—	—	—
„ 100...150 „ „	2 835,31	1 709,81	—	227,20	1 859,48	319,31	2 096,21	—
„ 30...80 „ „	3 529,60	1 285,97	961,26	1 434,26	3 371,80	1 109,87	1 767,28	733,03
Summe km	6 932,89	3 938,29	961,26	1 859,36	5 231,28	1 429,18	3 863,49	733,03
Flächengröße km²	118 000	51 590	31 860	47 360	54 590	36 313	93 961	37 000

Zahlentafel 6.

Bezirk	V	II	I	VII	VI	IV	III	VIII	Durchschnitt
380 kV-Leitungen . .	—	3,5	4,8	—	—	—	—	—	1,59
220 „ . .	—	14,8	—	—	—	4,2	—	—	2,04
100—150 „ . .	34,0	33,1	24,0	21,2	8,8	4,8	—	—	19,30
30—80 „ . .	62,0	25,0	30,0	18,9	30,5	30,2	30,0	19,8	30,20
Summe	96,0	76,4	58,8	40,1	39,3	39,2	30,0	19,8	53,13

ist. Die wenigen Eisenleitungen liegen in I (Süddeutschland) und II (Westdeutschland).

Einige besonders handliche Zahlen zur Kennzeichnung der einzelnen Bezirke erhält man, wenn man die in Zahlentafel 5 angegebenen Streckenlängen jeweils auf die Flächengrößen der untersten Zeile bezieht,

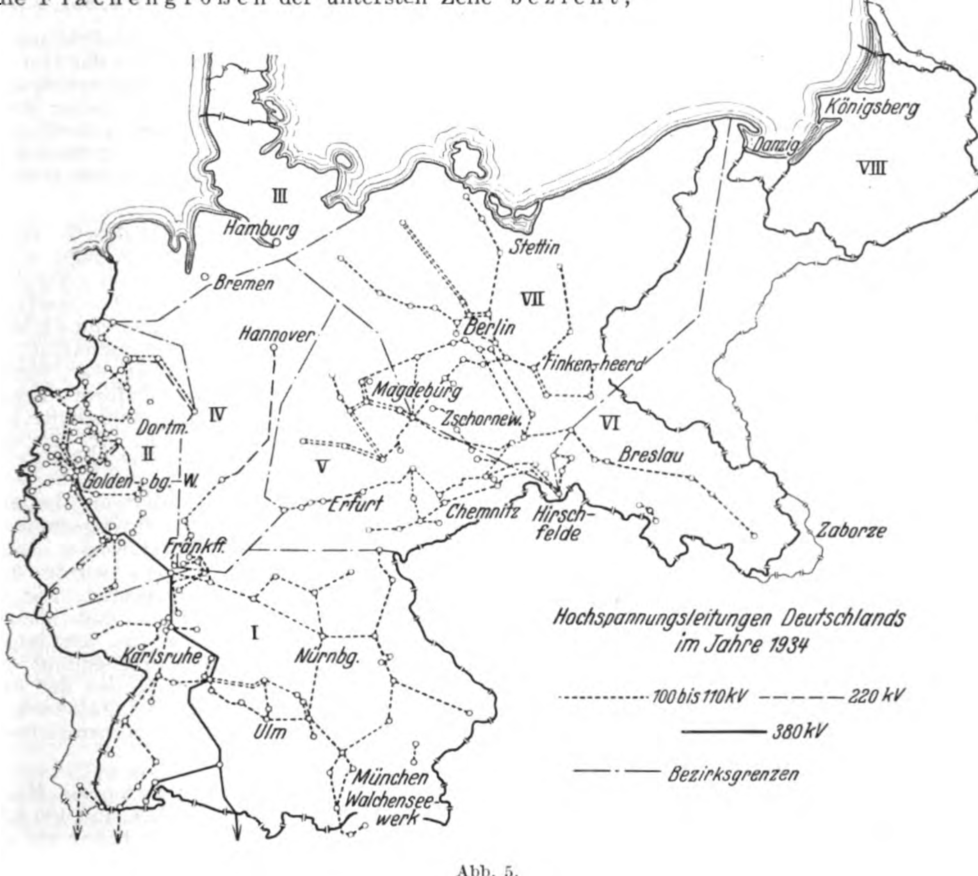


Abb. 5.

wie das in der Zahlentafel 6 geschehen ist. Hierbei sind die Bezirke nach fallender „Leitungsdichte" in m/km² angeordnet. Man kann drei Gruppen unterscheiden: V (Sachsen), II (West-) und I (Süddeutschland) liegen oberhalb des in der letzten Spalte angegebenen Reichsdurchschnitts, dann folgen mit etwa gleichen Leitungsdichten VII (Nordostdeutschland), VI (Schlesien) und IV (Versorgungsgebiet der Preußenelektra), während in III (Schleswig-Holstein) und VIII (Ostpreußen) die Leitungsdichte gering ist. Die Werte folgen, was man erwarten konnte, etwa der Bevölkerungsdichte und der industriellen Bedeutung der Bezirke.

Ihre Zusammensetzung aus den einzelnen Spannungsgruppen zeigt mehr die elektrizitätswirtschaftlichen Eigenarten. Die Versorgung des geschlossenen Bezirkes V (Sachsen) beruht auf verhältnismäßig zahlreichen verteilten Werken, große Fortleitungsaufgaben treten nicht auf: 380- und 220 kV-Leitungen fehlen, dagegen erreichen die der Versorgung der verstreuten Industrie dienenden Leitungen niedriger Spannung das Doppelte des Durchschnitts. Die andere Struktur des Gebietes in I (Süd-) und II (Westdeutschland) mit der Verbundwirtschaft zwischen Wasser- und Wärmekraftwerken über große Entfernungen erforderte den Bau der 380- und 220 kV-Leitungen. Bei der stärkeren Konzentration der Erzeugung übernimmt in II (Westdeutschland) 110 kV die Rolle der „Mittelspannung", mit der auch die Großindustrie unmittelbar versorgt wird. Der strukturelle Unterschied gegenüber I (Süddeutschland) mit seinen durchweg kleineren industriellen Betrieben tritt in dem Verhältnis der Dichten für 100 bis 150 und 30 bis 80 kV gut in Erscheinung.

In der nächsten Gruppe ist vor allem der Vergleich zwischen IV (Versorgungsgebiet der Preußenelektra) und VII (Nordostdeutschland) interessant, weil in beiden etwa gleiche Aufgaben mit gleicher Gesamtdichte, aber verschiedenen Anteilen der einzelnen Spannungen gelöst werden. In dem ersten Bezirk wird die Fortleitung über größere Entfernungen mit verhältnismäßig geringen Dichten von 220- und 110 kV-Leitungen bewerkstelligt, die durch ein dichtes „Niederspannungsnetz" ergänzt werden. In Nordostdeutschland dagegen liegt ein dichtes 110 kV-Netz, gegenüber dem die Leitungen niedriger Spannung folgerichtig zurücktreten. Der Aufbau des schlesischen Netzes (VI) entspricht etwa dem des benachbarten sächsischen (V), wenn auch seine Gesamtdichte viel niedriger und die Bedeutung der 100- bis 150-kV-Leitungen, auch verhältnismäßig, geringer ist. In den beiden letzten Bezirken III (Schleswig-Holstein) und VIII (Ostpreußen) fehlt der industrielle Großverbrauch, die Versorgung kann also mittels eines wenig dichten Netzes geringer Spannung durchgeführt werden.

Es dürfte interessant sein, den hier nur angedeuteten Verhältnissen und insbesondere den Beziehungen der „Leitungsdichte" zu anderen wirtschaftlichen Kennzahlen der einzelnen Bezirke und dieser untereinander weiter nachzugehen. Jedoch können die hier zusammengestellten Werte außer einer zahlenmäßigen Darstellung des Hochspannungsnetzes selbst schon einige Hinweise in dieser Richtung geben.

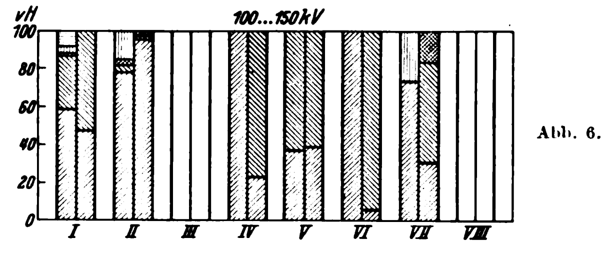


Abb. 6.

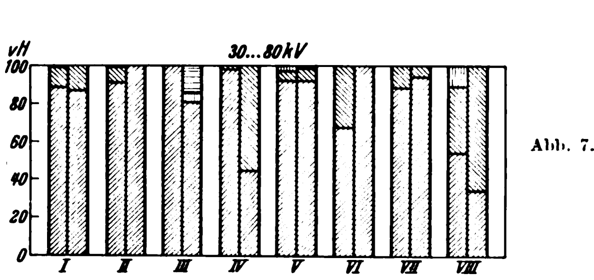


Abb. 7.

Abb. 6 und 7. Anteile der verschiedenen Leiterbaustoffe in den einzelnen Bezirken. (Zeichenerklärung siehe Abb. 4.)

Zusammenfassung.

Von den Leiterbaustoffen herrscht Kupfer (rd. 75 % aller Leitungslängen) bei weitem vor. Aluminium (rd. 20 %) findet bisher hauptsächlich bei 110 bis 150 kV Verwendung, es ist auf einige Bezirke konzentriert. Die Transport- und Verteilungsaufgaben der einzelnen Bezirke finden ihren Ausdruck in der „Leitungsdichte" der verschiedenen Betriebsspannungen. G. Schnaus.

Die Elektrizitätswirtschaft im Rahmen der deutschen Versorgungswirtschaft.

621. 311. 1. 003. 2 (43)

Das Statistische Reichsamt unterbreitet im 4. Vierteljahresheft 1934 zur Statistik des Deutschen Reiches die Hauptergebnisse der zur Steuerpflicht der öffentlichen Betriebe erstmalig durchgeführten Erhebungen, die wertvolle zahlenmäßig fundierte Einblicke in die Versorgungswirtschaft, umfassend Wasser-, Gas-, Elektrizitätsversorgung und das Verkehrswesen (mit Ausnahme der Reichsbahn und der Kraftwagenbetriebe der Reichspost), gewähren. Aus dem Untersuchungsgebiet sollen hier die Ergebnisse über die wirtschaftliche Struktur der Elektrizitätswirtschaft und deren Beanspruchung durch Leistungen an die öffentlichen Gebietskörperschaften im Vergleich zu anderen Versorgungsbetrieben und der Versorgungswirtschaft insgesamt behandelt werden. Dabei ist zu bedenken, daß die Zahlen nur einen Gesamtüberblick in großen Zügen vermitteln, daß dagegen infolge der starken Unterschiede zwischen den Versorgungsunternehmungen der Elektrizitätswirtschaft je nach der Größe ihres Versorgungsbereichs, nach der Kraftquelle, der sie sich bedienen, oder je nachdem, ob es sich um Erzeuger- und Verteilerwerke handelt, jede Verallgemeinerung der Gesamtergebnisse auf den einzelnen Betrieb zu Fehlschlüssen führt.

Die Erhebung erstreckte sich auf alle Versorgungsbetriebe, bei denen das der Vermögenssteuer für 1930 zugrunde gelegte Betriebsvermögen mehr als 100 000 RM betrug. Das waren insgesamt 2584 Unternehmungen, darunter befanden sich 814 Betriebe der Elektrizitätswirtschaft. Dadurch, daß die kleineren Betriebe außer Betracht blieben, ist der Erkenntniswert der Statistik nicht geschmälert worden, da diese für die einzelnen Zweige der Versorgungswirtschaft nur von untergeordneter Bedeutung sind. Ebensowenig bedeutet es eine Beeinträchtigung der Erhebungsergebnisse, daß ihnen das Jahr 1930 zugrunde liegt, da die ermittelten Verhältniszahlen im wesentlichen auch heute noch ihre instruktive Gültigkeit haben.

Über die wirtschaftlichen Verhältnisse in den der Elektrizitätsversorgung dienenden Unternehmungen unterrichten die Angaben über Vermögen, Umsatz und Gewinn, ergänzt durch Einnahmen und Ausgaben (Zahlentafel 1).

Über die die Kostengestaltung und Rentabilität maßgeblich beeinflussende Verschuldung hat die Untersuchung ergeben, daß sie bei der Elektrizitätsversorgung mit 51,9 % bezogen auf das Rohvermögen — dieser Satz steigerte sich bei den in öffentlicher Hand befindlichen Unternehmungen auf 54,7 % — bei weitem am höchsten war. Bei der Gasversorgung, die zunächst steht, betrug der Satz 38,8 %.

Durch die Berechnung des durchschnittlichen Rohvermögens je Unternehmen wurde ein gewisser Einblick in die Größenverhältnisse der Versorgungsbetriebe gewonnen. Der für die Elektrizitätswirtschaft ermittelte Durchschnitt aller Unternehmungen von 4,9 Mill RM, der mit 13,7 Mill RM bei den gemischtwirtschaftlichen Unternehmungen dieser Gruppe am höchsten war, kennzeichnet die großbetriebliche Organisationsform dieses Wirtschaftszweiges. Ein höherer Gesamtdurchschnitt als für die Elektrizitätswirtschaft ergab sich nur für die Gruppe der kombinierten Versorgungsunternehmungen.

Den höchsten Umsatz von den Versorgungsbetrieben (nach der tatsächlich oder fiktiv durchgeführten Steuerveranlagung) hatten die Elektrizitätswerke. Zur Darstellung des Kapitalumschlages wurde der Umsatz zum Rohvermögen in Beziehung gesetzt. Die so gewonnenen Beziehungen veranschaulichen, daß nächst der Wasserversorgung die Elektrizitätswerke am langsamsten ihr Kapital umschlagen. Diese Erscheinung erklärt sich im wesentlichsten daraus, daß in den der allgemeinen Stromversorgung dienenden Elektrizitätswerken die Anlagewerte wegen der Reserven an Maschinenleistung sehr hoch sind.

Der körperschaftsteuerpflichtige Gewinn als Maßstab des Wirtschaftserfolges lag mit 8,2 RM auf 100 RM Rohvermögen in der Elektrizitätswirtschaft höher als im Durchschnitt aller Versorgungsbetriebe, blieb aber hinter der Wasser- und Gasversorgung mit Gewinnen von je 10,8 RM auf 100 RM Rohvermögen zurück. Den größten Wirtschaftserfolg erzielten bei den Elektrizitätswerken ebenso wie in den übrigen Zweigen der Versorgungswirtschaft mit Ausnahme des Verkehrswesens die öffentlichen Unternehmungen.

Zahlentafel 1.

Art des Unternehmens	Rohvermögen*)		Schulden und Abzüge*)				Umsatz und Kapitalumschlag*)				Gewinn*)			
	Elektrizitätsversorgung Mill RM	Versorgungsbetriebe insges. Mill RM	Elektrizitätsversorgung		Versorgungsbetriebe insges.		Elektrizitätsversorgung		Versorgungsbetriebe insges.		Elektrizitätsversorgung		Versorgungsbetriebe insges.	
			Mill RM	auf 100 RM Rohvermög. RM	Mill RM	auf 100 RM Rohvermög. RM	Mill RM	auf 100 RM Rohvermög. RM	Mill RM	auf 100 RM Rohvermög. RM	Mill RM	auf 100 RM Rohvermög. RM	Mill RM	auf 100 RM Rohvermög. RM
öffentliche Unternehmen . .	2406,3	4866,6	1317,2	54,7	2137,6	43,9	1173,6	48,8	2764,0	56,8	248,3	10,3	405,9	8,3
gemischtwirtschaftliche Unternehmen	971,0	1648,1	509,9	52,5	720,4	43,7	439,4	45,3	785,1	47,6	58,8	6,1	74,9	4,5
private Unternehmen . . .	591,0	1197,3	231,4	39,2	441,7	36,9	252,5	42,7	514,7	43,0	19,5	3,3	40,7	3,4
Unternehmen zusammen . .	3968,3	7712,0	2058,5	51,9	3299,7	42,8	1865,5	47,0	4063,7	52,7	326,6	8,2	521,5	6,8

*) Im Jahre 1930.

Von dem nach steuerlichen Grundsätzen in Höhe von 7,7 Mrd RM ermittelten Rohvermögen (im Sinne des Reichsbewertungsgesetzes, umfassend das gesamte bewegliche und unbewegliche Vermögen nach Abzug der Schulden) der gesamten Versorgungswirtschaft entfiel mit rd. 4 Mrd RM mehr als die Hälfte allein auf die Elektrizitätsversorgung. Das Verkehrswesen folgte als nächste Gruppe mit rd. 1,8 Mrd RM in erheblichem Abstand. An den in der Elektrizitätswirtschaft investierten Kapitalien waren die öffentlichen Unternehmungen mit rd. 60,6 % beteiligt. Die öffentlich-rechtliche Organisationsform spielt hier eine geringere Rolle als in der Wasser- und Gasversorgung, wo sich der Anteil der öffentlichen Unternehmungen am Rohvermögen auf 88,1 bzw. 88,2 % erstreckte.

Nach der Erfolgsrechnung betrugen bei den Versorgungsbetrieben im Jahre 1930 die Roheinnahmen insgesamt 4,1 Mrd RM. Der höchste Betrag in Höhe von 1,9 Mrd RM entfiel auf die Elektrizitätsversorgung, davon 1,7 Mrd RM auf Stromlieferungen.

Die Zahlentafel 2 enthält die betriebswirtschaftlich oder im Hinblick auf die Frage der Besteuerung und Beanspruchung durch die öffentliche Hand interessierenden Kostenelemente. Die Steuern bildeten in der Elektrizitätsversorgung ebenso wie bei den Gaswerken den niedrigsten Kostenbestandteil, der durch das Steuerprivileg der öffentlichen Hand bestimmt ist. Die privaten und gemischtwirtschaftlichen Unternehmungen der Elektrizitätsversorgung hatten durchschnittlich mehr als drei-

Zahlentafel 2.

die Ausgaben in % der Gesamtausgaben im Jahre 1930	öffentliche Unternehmen		gemischtwirtschaftliche Unternehmen		private Unternehmen		insgesamt	
	Elektrizitäts-versorgung	Versorgungs-betriebe zusammen	Elektrizitäts-versorgung	Versorgungs-betriebe zusammen	Elektrizitäts-versorgung	Versorgungs-betriebe zusammen	Elektrizitäts-versorgung	Versorgungs-betriebe zusammen
Betriebskosten	27,3	26,8	38,0	32,5	42,1	34,2	31,5	28,7
Abschreibungen und Rücklagen	14,9	12,9	17,0	14,5	13,7	10,6	15,3	12,9
Personalkosten	17,3	26,3	17,0	27,5	18,7	27,4	17,4	26,6
Steuern	2,4	2,9	8,8	9,1	8,5	8,3	4,5	4,7
Zinsen	10,0	8,1	9,0	6,5	5,4	4,0	9,2	7,3
Barabführungen	23,6	17,8	5,0	4,7	3,5	3,1	17,0	13,7
Sonstige Ausgaben	4,5	5,2	5,2	5,2	8,1	12,4	5,1	6,1

mal soviel Steuern zu zahlen als die öffentlichen Betriebe. Diese wiederum waren durch Barabführungen stärker beansprucht, die in der Reihe der Kostenelemente mit 23,6 % bei den öffentlichen Unternehmen an zweiter Stelle standen. Sie waren nur bei den der Wasserversorgung dienenden Werken höher, wo sie 25,4 % aller Ausgaben der öffentlichen Betriebe ausmachten.

Die Untersuchung über die Beanspruchung der Versorgungsbetriebe durch Leistungen an die Gebietskörperschaften ergab hinsichtlich der Steuern die schon erwähnten starken Unterschiede zwischen den öffentlich-rechtlichen einerseits und den gemischtwirtschaftlichen und privaten Unternehmen andererseits (Zahlentafel 3). Zu den steuerlichen Leistungen treten die Barabführungen, die der öffentlichen Hand als Besitzerin des Wegerechts oder als Betriebseigentümerin zufließen, sowie die besonderen gemeinwirtschaftlichen Leistungen, die vor allem in der kostenlosen oder besonders verbilligten Abgabe von Strom, Gas oder Wasser bestehen. Die Barabführungen, die im Streit um das Steuerprivileg immer wieder eine große Rolle gespielt haben, betrugen im Jahre 1930 rd. 560 Mill RM, wovon mehr als die Hälfte auf die Elektrizitätsversorgung und in der Hauptsache auf die öffentlichen Unternehmen entfiel.

Die 314 Mill RM Barabführungen der Elektrizitätsversorgung verteilten sich hauptsächlich auf Gewinn mit 157,4 Mill RM, die der öffentlichen Hand als Voll- oder Teileigentümer der Betriebe zuflossen, ferner auf die den Gebietskörperschaften infolge ihrer öffentlich-rechtlichen Stellung zu leistende Konzessionsabgabe mit 53,1 Mill RM und sonstige Barabführungen in Höhe von 58,7 Mill RM, worunter insbesondere die Beträge fielen, die ohne Rücksicht auf das Wirtschaftsergebnis abgeliefert werden mußten. Auch die Pachtabgaben für lediglich zur Nutzung überlassene Anlagewerte sind zu nennen, die sich für die Elektrizitätsversorgung allein auf 33 bei insgesamt 47 Mill RM für sämtliche Versorgungsbetriebe stellten. Bezüglich der besonderen gemeinwirtschaftlichen Leistungen hat die Untersuchung ergeben, daß ihre Höhe und Bedeutung überschätzt worden ist; sie betrugen 36,3 Mill RM bei allen Versorgungsunternehmungen zusammen oder nur 0,9 % der Roheinnahmen. Etwas weniger als ein Drittel entfiel auf die Elektrizitätsversorgung. *wt.*

Zahlentafel 3.

Leistungen der Versorgungsbetriebe an die Gebietskörperschaften im Jahre 1930	Steuern				Barabführungen				Besond. gemeinwirtschaftliche Leistungen	
	Elektrizitäts-versorgung		Versorgungsbetriebe insgesamt		Elektrizitäts-versorgung		Versorgungsbetriebe insgesamt		Elektrizitäts-versorgung Mill RM	Versorgungs-betriebe insgesamt Mill RM
	Mill RM	auf 100 RM Rohvermög. RM	Mill RM	auf 100 RM Rohvermög. RM	Mill RM	auf 100 RM Rohvermög. RM	Mill RM	auf 100 RM Rohvermög. RM		
öffentliche Unternehmen	28,6	2,4	83,5	3,0	285,5	23,8	510,1	18,1	8,7	32,1
gemischtwirtschaftliche Unternehmen	36,0	7,9	66,7	8,4	20,5	4,5	34,1	4,3	0,5	3,0
private Unternehmen	19,0	7,9	41,1	7,9	7,7	3,2	15,3	2,9	0,6	1,2
Unternehmen insgesamt	83,5	4,4	191,3	4,6	313,7	16,5	559,5	13,6	9,8	36,3

Energiewirtschaft.

621. 311. 1. 003 (43) **Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland**[1]). — Die Statistik verzeichnet für die 122 Elektrizitätswerke im Juli 1935 eine Zunahme der Erzeugung gegenüber dem Vormonat um 133 Mill kWh (fast 10 %), arbeitstäglich aber einen teilweise durch die Berechnungsweise zu erklärenden Rückgang um 1,4 Mill kWh. Verglichen mit dem Parallelmonat des Vorjahrs ist eine Steigerung um insgesamt 211,7 (16 %) und je Arbeitstag um 6 Mill kWh (12 %) festzustellen. Der Verbrauch an gewerblichem Strom war bei den 103 Werken im Juni um 29,7 (5 %) und arbeitstäglich um 0,2 Mill kWh geringer als im Mai, übertraf jedoch den im Juni 1934 beobachteten Bezug um 27,7 (5 %) bzw. 2,9 Mill kWh (14 %). Im 1. Halbjahr lag dieser Verbrauch mit rd. 3,5 Mrd kWh um fast 17 % über dem entsprechenden des Vorjahrs (3 Mrd kWh). Der Anschlußwert hat sich gegen die 1. Hälfte 1934 um rd. 4 % erhöht.

Monat	von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch insgesamt Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch kWh/kW Anschlußwert	
	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934
I.	1697,8	1425,2	65,3	55,8	592,5	501,0	22,8	19,3	4,54	3,97
II.	1476,7	1285,3	61,5	53,6	550,1	474,4	22,9	19,8	4,56	4,09
III.	1534,4	1337,1	59,0	51,4	579,6	509,4	22,3	19,6	4,41	4,04
IV.	1433,2	1249,4	59,7	52,1	567,2	498,7	23,6	20,8	4,64	4,27
V.	1481,7	1211,8	59,3	50,5	595,4	508,8	23,8	21,2	4,68	4,32
VI.	1386,0	1244,5	57,7	47,9	565,7	538,0	23,6	20,7	4,62	4,20
VII.	1519,0	1307,3	56,3	50,3	.	536,0	.	20,6	.	4,21

fm.

[1]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 987; 56 (1935) H. 35, S. 976.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Jahresabschlüsse deutscher Aktiengesellschaften der Elektroindustrie*). Abschlüsse im 4. Vierteljahr 1934 (31. 12. 1934).

Gesellschaft	Jahr	Aktiva: Anlagevermögen: Anlagen	Aktiva: Anlagevermögen: Beteiligungen¹)	Aktiva: Umlaufsvermögen: insgesamt	Umlaufsvermögen darunter: Vorräte	Umlaufsvermögen darunter: Warenford. u. Wechsel	Umlaufsvermögen darunter: Banken u. Kasse	Passiva: Eigenkapital: A—K²)	Passiva: Eigenkapital: Reserven³)	Passiva: Rückstell. u. Wertberichtigung	Passiva: Fremde Mittel: insgesamt	Fremde Mittel darunter: Anleih. Hypotheken	Fremde Mittel darunter: Banken, Akzepte⁴)	Bilanzsumme	Gewinn- und Verlustrechnung: Rohüberschuß	Gewinn- und Verlustrechnung: Löhne und Gehälter	Gewinn- und Verlustrechnung: Abschreibungen auf Anlagen	Gewinn- und Verlustrechnung: Reingewinn (+)⁵) bzw. Verlust (—)⁶)	Dividende
		in 1000 RM																	%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Accumulatorenfabrik AG., Berlin	1933	18 839	6 821	21 478	5 622	4 846	7 943	21 250	9 372	9 951	3 574	124	17	47 361	18 872	11 015	326	+2 734	12
	1934	19 172	7 174	20 064	6 944	4 394	5 112	21 250	8 523	10 073	3 599	123	—	46 616	19 679	11 596	370	+2 638	12
Bergmann-Elektricitäts-Werke AG., Berlin	1933	13 287	1 669	9 693	1 435	4 265	3 566	8 800	880	5 672	8 480	198	5 604	24 660	6 432	3 258	451	+ 110	—
	1934	9 046	1 200	7 944	1 932	3 683	1 792	8 800	880	1 880	5 596	156	3 289	18 191	8 617	4 202	380	+ 166	—
Brown, Boveri & Cie. AG., Mannheim	1933	6 564	4 129	29 953	8 893	13 422	4 442	12 000	600	5 121	22 711	602	5 620	40 694	11 881	7 864	776	⁷) —	—
	1934	6 147	4 141	30 768	10 126	14 865	1 948	12 000	600	3 884	23 797	588	5 299	41 102	20 196	12 001	849	+ 663	—
Faradit Rohr- und Walzwerk AG., Chemnitz	1933	597	—	530	231	256	38	392	39	30	671	280	172	1 133	501	227	40	— 5	—
	1934	411	—	637	240	370	27	450	—	30	543	150	158	1 056	812	393	39	— 2	—
Felten & Guilleaume, Carlswerk AG., Köln-Mülheim	1933	9 394	49 623	40 288	4 261	7 291	12 130	64 875	—	7 581	27 905	12 962	3 596	101 776	9 709	4 214	1 057	+2 161	—
	1934	8 562	49 877	34 578	4 184	10 651	12 416	64 500	—	9 768	19 833	12 046	977	97 304	15 630	5 834	1 321	+3 739	4
Hartmann & Braun AG., Frankfurt/Main	1933	1 614	14	3 273	1 991	860	89	1 936	270	34	3 200	1 468	1 172	5 828	2 860	2 105	114	— 409	—
	1934	1 578	14	3 506	2 045	989	123	1 936	—	175	3 126	1 468	1 070	5 630	4 421	2 840	159	+ 68	—
Heliowatt Werke, Elektrizitäts-AG., Berlin	1933	1 974	33	10 126	3 744	5 361	233	8 000	531	66	2 643	—	1 227	12 392	7 443	4 022	106	+ 519	⁸) 4
	1934	1 783	33	10 876	3 875	6 084	383	8 000	697	168	3 182	—	1 925	12 721	9 469	5 178	409	+ 300	⁸) 4
Himmelwerk AG., Tübingen	1933	232	—	413	107	189	34	500	50	4	50	—	—	645	486	259	22	+ 24	¹⁰) 4
	1934	254	—	471	165	284	8	500	50	17	85	—	—	725	863	431	92	+ 29	⁹) 5
Kabelwerk Wilhelminenhof AG., Berlin	1933	1 423	—	1 163	525	564	27	2 000	66	156	461	—	—	2 694	1 145	650	163	+ 42	—
	1934	1 323	—	1 264	574	584	58	2 000	66	210	321	—	38	2 597	1 499	900	156	+ 99	—
Koch & Sterzel AG., Dresden	1933	1 084	—	2 711	1 150	1 333	18	1 300	210	—	2 406	118	1 603	3 980	2 233	1 165	35	+ 11	—
	1934	1 041	—	3 549	1 333	1 962	47	1 300	20	41	3 072	412	1 632	4 591	3 397	1 751	82	+ 80	—
Land- und Seekabelwerke AG., Köln-Nippes	1933	3 151	38	3 715	1 298	1 353	745	4 250	554	485	1 328	—	238	7 670	2 633	1 392	317	+ 447	¹¹) 6
	1934	2 891	4	4 521	1 294	1 695	1 441	4 250	570	865	1 433	—	—	8 178	3 700	1 865	387	+ 279	¹¹) 6
Lloyd Dynamowerke AG., Bremen	1933	1 274	442	681	248	151	2	1 650	200	8	589	12	335	2 447	598	413	60	— 50	—
	1934	1 176	260	830	242	63	4	1 650	200	45	360	12	164	2 266	1 103	605	136	+ 61	—
C. Lorenz AG., Berlin	1933	3 958	1 061	18 512	3 498	7 280	2 637	9 500	1 203	41	11 000	—	551	24 773	9 162	4 793	848	+1 203	—
	1934	3 924	989	26 716	10 390	9 098	2 101	9 500	1 069	731	16 531	—	441	31 670	17 114	9 104	1 523	+1 680	4,5
Friedrich Merk, Telefonbau AG., München	1933	168	—	330	60	—	8	110	11	8	366	95	209	499	319	175	43	+ 1	—
	1934	96	—	409	112	—	25	110	19	8	366	77	197	505	511	255	73	—	—
Mix & Genest AG., Berlin	1933	2 613	619	14 509	1 450	1 513	742	16 185	1 588	443	7 250	3 190	1 251	17 747	5 887	4 373	153	—3 819	—
	1934	2 401	619	15 628	3 168	2 135	320	11 200	—	462	7 171	3 018	695	18 672	9 882	5 963	412	+ 985	—
Norddeutsche Kabelwerke AG., Berlin	1933	1 746	9	3 954	880	986	1 115	4 000	1 030	193	205	—	—	5 710	1 596	721	[illegible]79	+ 243	6
	1934	1 623	—	4 101	1 062	715	627	4 000	1 030	115	320	—	—	5 738	2 132	892	240	+ 237	6
Ferdinand Schuchhardt, Berliner Fernsprech- und Telegraphenwerk A.G., Berlin	1933	1 062	—	809	76	71	147	1 750	—	—	944	—	—	1 873	550	337	31	+ 44	—
	1934	872	—	1 328	337	279	117	1 000	—	—	788	—	—	2 200	1 516	791	202	+ 305	—
Telephonfabrik Berliner AG., Berlin	1933	313	1 942	639	—	383	122	2 970	—	517	1 378	104	—	2 895	—	31	1	+ 194	—
	1934	312	1 508	308	—	139	7	990	10	180	902	97	—	2 128	—	34	1	+ 46	—
Insgesamt* 18 Aktiengesellschaften	1933	69 293	66 400	162 777	35 469	50 124	34 038	161 468	16 604	30 310	95 161	19 153	21 595	304 777	82 307	47 014	4 722	+3 450	—
	1934	62 612	65 819	167 498	48 023	57 990	26 556	153 436	13 734	28 652	91 025	18 147	15 885	301 890	120 541	64 635	6 831	+11 373	—
	Veränderung	—6 681	— 581	+ 4 721	+12 554	+ 7 866	— 7 482	— 8 032	—2 870	—1 658	—4 136	—1 006	—5 710	— 2 887	+38 234	+17 621	+ 2 109	+ 7 923	—

*) Da die Angaben sich nur auf Aktiengesellschaften beziehen, bieten sie keinerlei Anhaltspunkte für die Beurteilung der gesamten Elektroindustrie.

1) Ohne die zum dauernden Geschäftsbetrieb bestimmten Wertpapiere des Umlaufvermögens.

2) Abzüglich ausstehender Einzahlungen.

3) Ausgewiesene offene Reserven (gesetzliche Reserve und allgemeine Rücklagen).

4) Umfassend: Verbindlichkeiten gegenüber Banken; Verbindlichkeiten aus der Ausstellung eigener Akzepte.

5) Jahresreingewinn: Ausgewiesener Gewinn ausschließlich des etwaigen Gewinnvortrages und vor Abzug des etwaigen Verlustvortrages.

6) Jahresreinverlust: Ausgewiesener Verlust ausschließlich des etwaigen Verlustvortrages und vor Abzug des etwaigen Gewinnvortrages.

7) Betriebsverlust wurde aus Rücklagen gedeckt.

8) Auf die im Umlauf befindlichen Aktien (nom. RM 7 181 000,—).

9) Auf die RM 490 000,— Stammaktien; außerdem 7% auf RM 10 000,— Vorzugsaktien.

10) Auf Stamm- und Vorzugsaktien.

11) Auf eingezahltes Aktienkapital.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus. Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631. Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Der Ausschuß für Installationsmaterial hatte in Heft 23, Seite 658 der ETZ einen Entwurf zu einem neuen § 70 A als Ergänzung von

VDE 0610/1928 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I.“

veröffentlicht.

Die zu diesem Entwurf eingegangenen Einwände sind durch den obengenannten Ausschuß ordnungsgemäß behandelt und haben zu der nachstehend veröffentlichten Fassung geführt.

Die Ergänzung ist von dem Vorsitzenden des VDE mit der Maßgabe genehmigt, daß sie am 1. Oktober 1935 in Kraft tritt.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Ergänzung von
VDE 0610/1928

Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I.

§ 70 A[1]).

Die Wärmesicherheit der nicht keramischen Isolierstoffteile von Fassungen wird ferner bei den in der nachstehenden Tafel angegebenen Temperaturen in einem Wärmeschrank nach § 101, jedoch ohne Gewichtsbelastung, geprüft.

Fassung	Prüftemperatur	Zulässige Abweichungen
E 14	150 °	± 5 °
E 27	180 °	± 5 °

Die Prüfdauer beträgt 24 h (ununterbrochen).

Die Fassung darf durch die Wärmebehandlung keine für ihren weiteren Gebrauch beeinträchtigende Veränderungen erleiden, z. B. Beeinträchtigung des Berührungsschutzes, Lockerung der Kontaktverbindungen u. dgl. Gewinde müssen lehrenhaltig bleiben.

[1]) Gültig ab 1. Oktober 1935.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Fest der Technik

am Sonnabend, dem 2. November 1935, in den Festsälen des Zoo.

Die technisch-wissenschaftlichen Vereine in Berlin veranstalten auch in diesem Jahre ein „Fest der Technik“ zugunsten der Hilfskassen für die in Not geratenen Fachgenossen und deren Angehörige. Die Unterbringung gerade der älteren Ingenieure ist immer noch schwierig, so daß hier oft große Not entsteht, der die Hilfskassen nach besten Kräften steuern müssen.

Wir bitten, den Tag der Veranstaltung (2. 11. 1935) sich vormerken und freihalten zu wollen. Für jede Teilnehmerkarte, die durch unsere Mitglieder für das Fest entnommen wird, erhält unsere Hilfskasse einen Teil des Überschusses. So hoffen wir, daß auch in diesem Jahre durch einen guten Besuch der Veranstaltung ein erheblicher Überschuß erzielt werden möge.

Besondere Einladungen werden demnächst ergehen.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Ostsachsen, Dresden. 5. X. (Sa), 15 h 30 m, Hauptbahnhof: Besichtigung eines dieselelektr. Triebwagenzuges mit anschließender Probefahrt nach Meißen.

VDE, Gau Nordhessen, Kassel (gemeinsam mit dem VDI). 27. IX. (Fr), 20 h 15 m, Kasino-Ges.: „Was gibt es Neues in der drahtlosen Technik?“ (mit Schmaltonfilm). Ing. Treibholz.

Institut für Deutsche Wirtschaftspropaganda e. V., Berlin. 27. IX. bis 6. X. (Fr bis So): Ausstellung „Das Pommersche Handwerk“ in Stettin, Messehallen. Auskunft erteilt das Ausstellungsbüro in Stettin, Kaiser-Wilhelm-Str. 49.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

S. Hartmann †. — Am 6. 9. 1935 ist in Berlin der Leiter der technischen Beilagen der Deutschen Allgemeinen Zeitung, Siegfried Hartmann, im Alter von 60 Jahren gestorben. Hartmann stammte aus Dresden, schlug die Offizierslaufbahn ein, wandte sich aber 1900 der Technik zu und studierte an der T. H. Berlin Maschinenbau und Elektrotechnik. Er war in Berlin und Danzig bei den Siemenswerken, dann als Oberingenieur bei den Strebel-Werken in Mannheim, machte als Hauptmann den Vormarsch durch Belgien mit und war später nach einer schweren Verletzung im Waffen- und Munitionsbeschaffungsamt tätig. Nach dem Kriege stellte sich Hartmann die Aufgabe, das Verständnis für die Technik in weiten Kreisen zu wecken und die technische Berichterstattung der Tagespresse auf eine höhere Stufe zu bringen. Wir verdanken ihm auf diesem Gebiet außerordentlich viel; er hat in der Gestaltung des technischen Teiles der DAZ beispielgebend gewirkt und durch Vorträge und ausgezeichnete Aufsätze und Bücher für die Verbreitung seiner Ideen gekämpft. Durch die Gründung der Technisch-Literarischen Gesellschaft verstand er einen größeren Kreis von gleichstrebenden Kräften zu schaffen, der nun in seinem Sinne das Werk fortsetzen kann.

Die Technik hat nur zu oft unter dem Nichtverstehen der Allgemeinheit und unter einer verzerrten, übertreibenden Darstellung ihrer Ziele und Erfolge leiden müssen. Daß sich das in wenigen Jahren ganz erheblich gebessert hat, dafür sind wir Siegfried Hartmann aufrichtigen Dank schuldig.



A. G. Beljawsky. — Der Elektrotechnische Verein ernannte Herrn Prof. Dr. Alexei Grigorjewitsch Beljawsky zum Korrespondierenden Mitglied. Prof. Beljawsky steht im 51. Lebensjahr und ist am Donischen Polytechnikum in Nowotscherkassk (Rußland) als Forscher, Lehrer und Industrieberater tätig. Nach dem Studium in Petersburg kam er 1909 nach Deutschland, um seine Ausbildung an der T. H. Berlin zu vollenden. Hier waren vornehmlich die Professoren Reichel, Slaby und Wedding seine Lehrer. Seit 1910 ist Prof. Beljawsky Mitglied des Elektrotechnischen Vereins. Im vergangenen Jahr konnte er am Donischen Polytechnikum die Feier seiner 25jährigen Lehrtätigkeit begehen. 52 wissenschaftliche Arbeiten, die u. a. besonders die Wechselstromgleichrichtung förderten, sind das bleibende Zeugnis seines Schaffens in diesem Lebensabschnitt.

Hochschulnachrichten. — Dr.-Ing. habil. Wilhelm Arndt, bisher Assistent am Beleuchtungstechnischen Institut der T. H. Berlin, wurde zum ao. Professor ernannt. Prof. Dr. Arndt steht im 40. Lebensjahr und ist seit 1931 an der T. H. Berlin habilitiert. Seine bisherigen Arbeiten galten u. a. der Raumbeleuchtung und dem Sehen bei monochromatischem Licht. — Dr.-Ing. habil. Harald Müller, bisher Dozent an der Universität Jena, hat sich an die Universität Berlin umhabilitiert und wird hier im Wintersemester erstmalig lesen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Vorschriftenbuch des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, herausgegeben durch die Geschäftsstelle des VDE. 20. Auflage, nach dem Stande am 1. Januar 1935. Mit 1325 S. in 8°. Im Verlag des Verbandes Deutscher Elektrotechniker Berlin 1935. Preis geb. mit Daumenreg. 16,20 RM, für VDE-Mitglieder 14,20 RM.

Das bewährte Buch liegt zum zweiten Male in der organisatorisch tiefgreifenden, neuen Anordnung vor. Wieder sind zahlreiche Bestimmungen neu, sehr viele geändert, einige auch erloschen. Im ganzen ist der Umfang doch um 50 Seiten gewachsen; die ersehnte Zusammenfassung, zu der das ausführliche Inhalts- und Schlagwörterverzeichnis eine wichtige Vorarbeit bildet, kann bei der zu bewältigenden Vielheit schwieriger Aufgaben naturgemäß erst nach und nach erreicht werden. Hoffen wir etwa auf die übernächste Ausgabe! Die dieses Jahr erstmalig auftretenden sogenannten Umstellvorschriften, die zur Förderung bodenständiger Rohstoffwirtschaft herausgegeben sind und für Inlandlieferungen gelten, liegen vorläufig lose bei. Ob Einarbeitung in das Buch nötig ist, um dem Index die gewollte Bedeutung als lexikonartiger Querschnitt des elektrotechnischen Prüfwesens zu erhalten, wird die Entwicklung der nächsten Zeit lehren. Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die neue Auflage wiederum für keinen entbehrlich ist, der in der Elektrotechnik wirklich mitschafft. R. Vieweg.

Photo-electric and selenium cells. Their operation, construction and uses. Von T. J. Fielding. Mit 74 Abb., VI u. 140 S. in 8°. Verlag Chapman & Hall, Ltd., London 1935. Preis geb. 6 s.

Das Buch richtet sich nach Umfang und Tiefe des Gebrachten an einen breiten Leserkreis ohne besondere Vorkenntnisse, an Studierende und Ingenieure der verschiedensten Richtungen. Der Verfasser unterteilt den Stoff in 13 Abschnitte. Bei der Erklärung der Photoeffekte beschränkt er sich auf die Anführung der elementaren Erfahrungstatsachen und vermeidet jede, heute sicher begründete theoretische Behandlung des Stoffes, z. B. auch die Quantenäquivalentgleichung, die den lichtelektrischen Elementarprozeß umschreibt. Eine verhältnismäßig umfangreiche Wertung erfährt die Selenwiderstandszelle, die heute wegen ihrer Trägheit und ihrer Empfindlichkeitsschwankungen gegenüber der Alkalizelle an praktischem Wert verloren hat. Auf Grund eigener Erfahrungen beschreibt Fielding die Herstellung von Selenwiderstandszellen. Hier sind reichlich Winke gegeben für diejenigen, die solche Zellen selbst herstellen wollen. Für die praktische Anwendung von Photozellen in der Technik werden die gebräuchlichen Schaltungen erläutert. Unvollständig und unsystematisch behandelt ist die Farbenempfindlichkeit der Photozellen, insbesondere die der Alkalizellen. Das Wesen der sog. Zwischenschicht an neuzeitlichen Photokathoden wird völlig übersehen. Auch fehlt die Auseinanderhaltung der verschiedenen Empfindlichkeitsbegriffe bei den einzelnen Zellenarten. Die angeführte Stromempfindlichkeit von 70 μA/Lm an einer Casiumzelle ist mit einer großen Ungenauigkeit (bis 100 %) behaftet, da für den Lumenwert die Temperatur der Lichtquelle fehlt. Auch die Streuung der Empfindlichkeit bei einer Vielheit von Zellen wird nicht genügend betont. Einige handelsübliche Zellen werden im Bild gezeigt. Es folgt dann die Beschreibung von Apparaturen, in denen Photozellen verwendet werden: Reflexionsmesser, Lichttelephon, Lichtschranke, lichtgesteuerte Netze, Zellen im Eisenbahnsignalwesen. Fernsehen und Tonfilm werden in einem gesonderten Teil behandelt. Von den für industrielle Bedürfnisse wertvollen Anwendungsmöglichkeiten werden besprochen: lichtelektrische Zähleinrichtungen, Sicherheitsanlagen, z. B. an Pressen, Sortieranlagen, Türöffner, Feuerungskontrollanlagen und Rauchgasdichtemesser. Hier herrscht mehr die Werbung für die Sache vor als das Aufzeigen der Schwierigkeiten und die Abgrenzung der praktischen Durchführung. Es folgt die Beschreibung des lichtelektrischen Grammophons, ferner die Anführung der möglichen Aufgaben, die die Photozelle im Werbewesen erfüllen kann. Ein größerer Abschnitt bringt das Blindenlesen, das lichtelektrische Zeitnehmen, die Zelle in der Ziel- und Schießtechnik, den lichtelektrischen Windrichtungsanzeiger, die Messung von Geschwindigkeiten auf dem Gebiete des Ballsports. Hier wird auch die Zusammenstellung Photozelle—Thyratron angeführt. Es folgt der Diebes- und Einbruchsschutz an Schaufenstern. In einem Schlußabschnitt werden die Anwendungsmöglichkeiten zusammengefaßt, die den Photozellen noch offen stehen. Hier wird auch die Photozelle mit dem menschlichen Auge verglichen.

Denjenigen, die englische Literatur zu lesen vermögen, bringt das Buch einen Einblick in die Fülle der Anwendungen, die die Photozellen gefunden haben und noch finden können. Es vermag auch qualitativ das Verständnis für das gesamte Gebiet zu wecken. Als Wegweiser und Berater für die praktische Lösung vorliegender Aufgaben bietet dieses Buch wegen der angeführten Mängel hinsichtlich der quantitativen Behandlung des Stoffes allerdings zu wenig. Das Anschauungsmaterial ist reichhaltig. Werner Kluge.

Jahresbericht über Schrifttum und Rechtsprechung zum Gewerblichen Rechtsschutz, Urheber- u. Wettbewerbsrecht (11. Mai 1934 bis 30. April 1935). Von Reichsgerichtsrat Prof. Dr. W. Pinzger unt. Mitarb. v. Rechtsanwalt Dr. E. Pinzger. Mit 64 S. in 8°. Verlag Franz Vahlen, Berlin 1935. Preis 3,30 RM.

Nunmehr ist auch der zweite Bericht der in Aussicht genommenen Reihe erschienen. Die Persönlichkeit des Verfassers bürgt für erschöpfende Auswahl und sachgemäße Behandlung des Stoffes. Auf die Wichtigkeit der Berichte für alle, die zum gewerblichen Rechtsschutz Beziehung haben, ist bereits bei Besprechung des vorjährigen Berichts hingewiesen worden[1]). K. Kahle.

[1]) ETZ 55 (1934) S. 1143.

Berichtigung.

In H. 38 der ETZ auf S. 1051 muß die Fußnote wie folgt lauten: [1]) Vgl. J. v. Issendorff, Elektroteknikeren 29 (1933), S. 97; E. Uhlmann, Elektrotechn. u. Maschinenb. 51 (1933), S. 649.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 20. September 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.



Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 3. Oktober 1935 | Heft 40

Untersuchungen und Probleme der Ionosphäre.

621. 396. 812 + 551. 51

Übersicht. Der Aufsatz[1]) weist auf neuere theoretische Arbeiten über die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen hin und bietet eine Übersicht über die experimentellen Untersuchungen am Elektrotechn. Laboratorium in Delft. Die Reflexion elektromagnetischer Wellen wird unter vereinfachenden Annahmen theoretisch gedeutet.

Die neueren theoretischen Arbeiten über die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen stammen von Zenneck und von Sommerfeld. Hierbei wurde die Erde als flach und die Atmosphäre als homogen im elektrischen Sinn angenommen. Eine Verbesserung der Theorie gelang dem Engländer Watson, der für den Fall einer kugelförmigen Erde zwei Sonderfälle durchrechnete: 1. Die Atmosphäre ist homogen und nichtleitend; 2. in einer gewissen Höhe oberhalb der Erde erfahren die elektrischen Eigenschaften der Atmosphäre eine plötzliche Änderung, die darin besteht, daß die untere Schicht ein Isolator ist, die obere ein Leitvermögen besitzt. Im ersten Falle handelt es sich um ein Beugungsproblem. Die aus der Lösung berechnete Empfangsamplitude würde bei einem Abstand von 10 000 km aber nur ein Millionstel der tatsächlich beobachteten sein, was darauf hinweist, daß bei der Ausbreitung auf längere Abstände hin die Reflexion die maßgebende Rolle spielen muß, ein Gedanke, der um 1903 zu gleicher Zeit von dem Engländer Heaviside und dem Amerikaner Kennelly (Heaviside-Kennelly-Schicht) ausgesprochen wurde. Der experimentelle Nachweis dafür, daß bei der Ausbreitung auf längere Abstände hin die Reflexion ausschlaggebend ist, wurde von deutscher Seite erbracht. Die oberen Atmosphärenschichten müssen also ionisiert sein, damit eine Änderung der elektrischen Eigenschaften ermöglicht wird.

Als Ionisatoren kommen sowohl Wellen- wie Korpuskularstrahlungen in Betracht. Korpuskulare Strahlen können, wie der Norweger Störmer nachgewiesen hat, am Tage wie in der Nacht wirksam sein. Für die Ionisation der Atmosphäre durch neutrale Korpuskeln sind bis jetzt keine Andeutungen vorhanden, ebensowenig kommt dafür die Höhenstrahlung in Betracht, da sie zu durchdringend und in ihrer Gesamtmenge zu gering ist.

Die Ionisation der Ionosphäre hat eine Änderung der elektrischen Eigenschaften zur Folge. Bei einem zeitabhängigen Feld, der elektromagnetischen Welle, hat der entstehende Konvektionsstrom zwei Komponenten, von denen die eine die gleiche Phase wie das Feld hat, während die andere wegen der Masse der Elektrizitätsträger in der Phase eine Viertelperiode nacheilt. Mit Hilfe eines Leitvermögens und einer Abnahme der Dielektrizitätskonstante lassen sich die beiden Komponenten deuten; ihr Verhältnis hängt von der Frequenz, der freien Weglänge und der Temperatur ab.

Träger des Ionenstromes sind wahrscheinlich die Elektronen, weil die Ionen wegen ihrer großen Masse zu träge sind. In der Höhe der Ionosphäre bilden Sauerstoff und Stickstoff die Hauptbestandteile, Helium und Wasserstoff sind prozentual zu vernachlässigen. Sauerstoff und Stickstoff sind dissoziiert, worauf der Engländer Chapman hingewiesen hat; für Sauerstoff wurde das durch den Nachweis gewisser Absorptionsbanden im Ionenspektrum bestätigt.

Neben dem Leitvermögen der Ionosphäre, das eine Reflexion der elektromagnetischen Wellen veranlaßt, bedingt die Verringerung der Dielektrizitätskonstanten eine Phasengeschwindigkeit, die größer ist als die Lichtgeschwindigkeit. Ein nach oben gerichteter Strahl elektromagnetischer Wellen wird fortwährend von der Normalen fortgebrochen und gelangt schließlich zur Erde zurück. Neben der Krümmung des Strahles erfolgt dauernde Reflexion, weil die Dielektrizitätskonstante sich stetig ändert. Schließlich findet wegen des Leitvermögens noch eine Absorption statt.

Die Ionisation der Ionosphäre ruft eine verwickelte Wirkung hervor, da die Wellen gebrochen, zurückgeworfen und absorbiert werden und die Elektronenbewegung durch das magnetische Erdfeld und die magnetischen Felder der Ströme in der Ionosphäre beeinflußt wird. Die experimentellen Untersuchungen, die seit längerer Zeit im Elektrotechnischen Laboratorium in Delft systematisch durchgeführt wurden, ergaben folgendes:

1. Durch Aufzeichnen der empfangenen Feldstärke — Sender und Empfänger waren 10 bis 30 km entfernt — bei Wellenlängen in der Größenordnung von 100 m ergaben sich Kurven, die einen Interferenzeffekt (sog. „Schwund") zeigen. Es interferiert die sich längs der Erde fortpflanzende mit der reflektierten Welle. Bei einfacher Reflexion läßt sich aus dem Verhältnis der Maxima und Minima der Reflexionskoeffizient bestimmen. Für eine Wellenlänge von 75 m ist der Reflexionskoeffizient gegen Mittag in der Größenordnung 0,1 bis 0,2 und beträgt am Morgen und Abend etwa das Achtfache seines Wertes am Mittag. Für Wellen zwischen 50 und 100 m ist der Reflexionskoeffizient unabhängig von der Wellenlänge, bei Wellen unter 50 m nimmt die Reflexion ab, bei Wellen zwischen 150 und 200 m hört sie über Tag auf, bei längeren Wellen dagegen nimmt sie wieder zu.

2. Zur Messung der Reflexionshöhe wurde ein etwa $^1/_{10000}$ bis $^1/_{4000}$ s anhaltendes Signal ausgesandt, das aus ungedämpften Wellen bestand, und mittels der Braunschen Röhre die Zeit gemessen, die das Signal brauchte, um in einem benachbarten Empfänger aufgefangen zu werden. Diese Echozeit bestimmt eine „wirksame" („effektive") Höhe. 8 bis 9 Monate fanden diese Versuche dreimal wöchentlich statt mit einer Wellenlänge von 75 m[2]). Dabei gelang die Feststellung dreier wesentlich voneinander verschiedener Schichten. Eine Schicht in Höhe von 200

[1]) Auszug aus einem Vortrag des Prof. Dr. Jonkheer G. J. Elias (Delft in Holland), gehalten am 7. 5. 1935 in einer außerordentlichen Sitzung des Elektrotechnischen Vereins e. V. und der Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens e. V. Besprechung auf S. 1109 dieses Heftes. Der vollständige Abdruck erscheint später in Elektr. Nachr.-Techn.

[2]) G. J. Elias und C. G. A. von Lindern und G. de Vries, Elektr. Nachr.-Techn. 10 (1933) S. 400.

bis 250 km war am Tage vorhanden; sie verdankt ihr Bestehen wahrscheinlich der ultravioletten Sonnenstrahlung. Der Wiedervereinigungskoeffizient konnte aus der Zeit zwischen dem Sonnenaufgang in 200 km Höhe und dem Anfang der Reflexion geschätzt werden.

Eine zweite, während der Nacht beobachtete Schicht erscheint unregelmäßiger, besitzt eine viel größere (350 bis 400 km) und veränderliche Höhe. Das Schwanken der Höhe ist darauf zurückzuführen, daß die Ionisation hier durch Korpuskularstrahlen hervorgerufen wird. Die höhere Schicht, die permanent ionisiert[3]) ist, wird am Tage durch eine Tagesschicht abgeschirmt. Während der Nacht müssen neue ionisierende Einflüsse wirksam sein. Denn es zeigte sich, daß die Reflexion für Wellenlängen, für die die Tagesreflexion schon längst verschwunden war, wieder erschien (Abb. 1 und 2). Die Mehrzahl der beobachteten

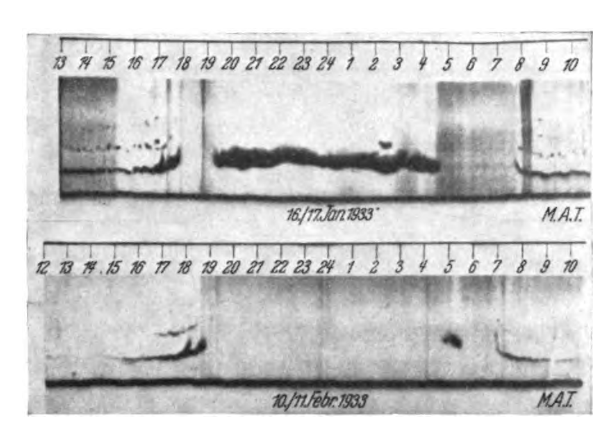


Abb. 1.

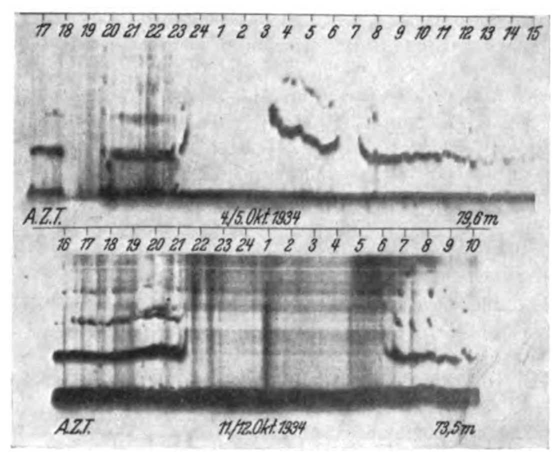


Abb. 2.

Fälle läßt nicht zu, mit Appleton die bei Nacht beobachtete Ionisation als eine Fortsetzung der Tagesionisation anzunehmen, sondern zwingt dazu, neue ionisierende Einflüsse vorauszusetzen.

Eine dritte Schicht, die unregelmäßig in einer steten Höhe von 100 km auftrat und das Häufigkeitsmaximum ihres Auftretens um 20 h zeigte, ist wahrscheinlich auf durchdringende Korpuskularstrahlung zurückzuführen und identisch mit Appletons „E layer".

3. Beobachtungen mit verschiedenen Wellenlängen ergaben, daß die Reflexion an der bei Tag durch das Sonnenlicht gebildeten Schicht um so später verschwand, je länger die Wellenlänge war. Längere Wellen von 150 bis 200 m Länge, die bei Tag nicht reflektiert wurden, erleiden nachts oftmalige Reflexionen (Abb. 3).

4. De Bruisse hat 1932/33 auf Grönland zeigen können, daß die Reflexion sowohl am Tage wie in der Nacht unregelmäßig ist und daß zwei reflektierende Schichten vorhanden sind in einer Höhe von 100 bis 150 km und 350 bis 450 km. Diese Beobachtungen lassen sich als Folge der größeren Intensität der Korpuskularstrahlungen[4]) in Grönland deuten. Die Reflexion blieb aus bei geringer magnetischer Aktivität, während sie bei mittlerer Aktivität beobachtet wurde. Eine Erklärung soll weiter unten gegeben werden[5]).

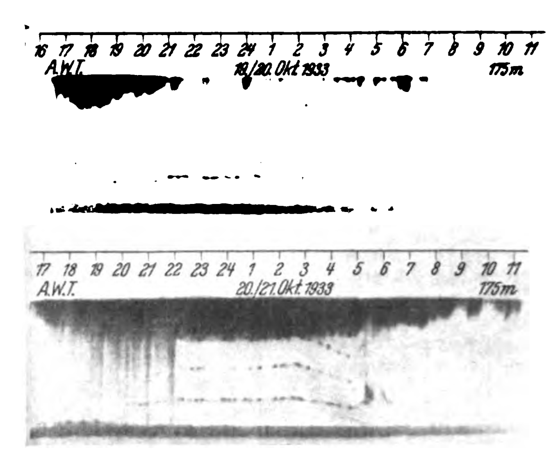


Abb. 3.

5. Die reflektierende Schicht zeigte sich bei den Aufnahmen der Reflexionshöhe oft verdoppelt, ein magnetischer Effekt, bei dem zwei elliptisch polarisierte links- und rechtsdrehende Komponenten auftreten, die beide nach Amplitude und Phase verschieden reflektiert werden und zusammen eine elliptisch polarisierte Welle mit dauernd wechselnder Achsenlage und -größe bilden. Die Drehung dieser Schwingungsellipse äußert sich, wenn der Empfänger eine lineare Antenne ist, als eine Art Schwebung (Abb. 4). Bei Einzelbeobachtung der beiden Komponenten wurde festgestellt, daß am Mittag bei einer Wellenlänge von 75 m die rechtsdrehende Komponente schwächer reflektiert wird, während bei Sonnenaufgang und -untergang für beide Komponenten kein Unterschied bestand. Die Drehung der Achsen der Schwingungsebene entspricht der Drehung der Polarisationsebene in der Optik. Die Hauptachse dreht sich, wie beobachtet wurde, den ganzen Tag über im gleichen Sinne, was nur durch eine Änderung des magnetischen Feldes in der Ionosphäre zu deuten ist.

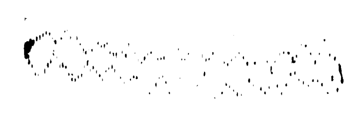


Abb. 4.

Um die Verhältnisse bei der Reflexion elektromagnetischer Wellen überblicken zu können, sind vereinfachende Annahmen notwendig. Dazu setzen wir für das Leitvermögen und die Dielektrizitätskonstante[6]) an:

$$\sigma = \frac{\omega}{4\pi} e^{kz}; \quad \varepsilon = 1 - \eta\, e^{kz}, \tag{1}$$

wobei k und η als Konstante gedacht sind, während ω die Kreisfrequenz der Wellen ist. k gibt den logarithmischen Gradienten des Leitvermögens bzw. die Abweichung der Dielektrizitätskonstanten von der Einheit. Weil anzunehmen ist, daß die Zunahme der Ionisation mit der Höhe weit größer ist als die der freien Weglänge, so ist k ziemlich gleich dem logarithmischen Gradienten der Ionendichte n_1, also

$$k \approx \frac{1}{n_1} \frac{d n_1}{d z}. \tag{2}$$

[3]) G. J. Elias, Elektr. Nachr.-Techn. 2 (1925) S. 351.

[4]) I. A. de Bruisse, Rapport Union radio-scient. internat. Docum. A. G. (1934), Nr. 5 Comm. II.

[5]) I. A. de Bruisse, T. nederldsch. Radio-Gen. 7 (1935) S. 45.

[6]) G. J. Elias, Proc. Instn. Radio Engr. 19 (1931) S. 891.



Aus Gl. (1) folgt weiter

$$\eta = \frac{\omega l}{v_0}, \tag{3}$$

wobei l die freie Weglänge, v_0 die chemische Elektronengeschwindigkeit bedeuten. Wegen der sehr schnellen Änderung der Ionendichte kann im Bereich der Reflexion einer bestimmten Welle l und damit η als konstant angesehen werden. Mit diesen Voraussetzungen und unter Vernachlässigung des magnetischen Feldes läßt sich das Problem lösen[7]). Für den Reflexionskoeffizienten ergibt sich dann:

$$\varrho = e^{-\frac{2\omega}{ck} \operatorname{arc\,tg} \frac{v_0}{\omega l} \cos\varphi}. \tag{4}$$

φ ist der Einfallswinkel der elektromagnetischen Wellen, c die Lichtgeschwindigkeit. Ist $\omega l \ll v_0$, so gilt:

$$\varrho \approx e^{-\frac{\pi\omega}{ck}\cos\varphi}; \tag{5}$$

für $\omega l \gg v_0$ gilt dagegen:

$$\varrho \approx e^{-\frac{2 v_0}{ckl}\cos\varphi}. \tag{6}$$

Im Bereiche der Wellen unterhalb 100 m kann $\frac{\omega l}{v_0} \gg 1$ angenommen werden, wenn die Reflexion in einer Höhe von 200 km und mehr erfolgt. Weiterhin ist bei den gemachten Annahmen die Reflexionshöhe gegeben durch

$$\frac{m\,\omega^2 \cos^2\varphi}{4\pi q^2} \sqrt{\frac{\omega^2 l^2 + v_0^2}{\omega l}} = n_1(h), \tag{7}$$

worin m die Masse, q die Ladung des Elektrons, $n_1(h)$ die Ionendichte als Funktion der Höhe h oberhalb der Erde ist. Aus Gl. (7) folgt ein Grenzwert von ω für die Reflexion. Im Bereiche, wo $\omega l \gg v_0$ gilt, kann gesetzt werden:

$$\frac{m\,\omega^2 \cos^2\varphi}{4\pi q^2} \approx n_1(h). \tag{8}$$

Für $h = 200$ km kann Gl. (8) für Wellen mit einer Länge unterhalb 100 m benutzt werden; ob die Formel für $h = 100$ km noch gilt, ist fraglich.

Für die Ionendichte n_1 gilt bei einfallender Wellenstrahlung, die einen Winkel ζ mit der Senkrechten bildet und den molekularen Absorptionskoeffizienten β_ν hat, folgende Formel:

$$n_1^2 = n \int_{\nu_0}^{\infty} f_\nu \beta_\nu e^{-\frac{\beta_\nu n}{\alpha \cos\zeta}} I_\nu \, d\nu, \tag{9}$$

worin α den logarithmischen Gradienten der Molekelzahl darstellt, I_ν die Intensität der einfallenden Strahlung der Frequenz ν; f_ν ist ein Koeffizient. Dabei ist angenommen, daß der Wiedervereinigungskoeffizient unabhängig von der Gasdichte ist. Unter der Annahme, f_ν und β_ν seien konstant, bekommt man für $\ln n$ eine gleichmäßig ansteigende Kurve, k nimmt mit zunehmender Höhe immer ab (Kurve *I* auf Abb. 5). Je größer die Frequenz und die für die Reflexion benötigte Ionendichte ist, desto höher wird der Reflexionspunkt liegen. k nimmt nach der Kurve *I* mit der Frequenz ab, $k \cdot l$ bleibt konstant, damit ist aber auch ϱ konstant.

Wird aber mit Milne $\beta_\nu \approx 1/\nu^3$ angenommen, so wird die Kurve *II* in Abb. 5, die Wendepunkte hat, erhalten. Die Kurve *III* in derselben Abbildung ergibt sich bei der Annahme, daß mehrere (hier 2) Spektralbereiche für die Ionisation in Frage kommen, was wahrscheinlich ist, wenn mehrere Gase anwesend sind. Die Wendepunkte bewirken, daß k nicht mit der Höhe dauernd abnimmt. Es ist jetzt erklärlich, daß z. B. Wellen von 40 m bis 100 m reflektiert werden, dagegen Wellen zwischen 150 und 200 m nicht mehr, während längere Wellen wieder Reflexion erleiden. Für die Reflexionshöhe von Wellen zwischen 150 und 200 m sind k und l eben kleiner als für kürzere Wellen. Für längere Wellen wird zwar l noch kleiner, k aber sehr viel größer, wodurch der Reflexionskoeffizient wieder größer wird. In einem gewissen Bereich bleibt das Produkt $k \cdot l$ konstant, um bei kürzeren Wellen abzunehmen, was mit der Beobachtung im Einklang ist. Daß abends und morgens die Reflexion von Wellen von etwa 175 m Länge eintritt, liegt daran, daß infolge der Wiedervereinigung die notwendige Ionendichte in größerer Höhe vorgefunden wird, wo k und l beide größer sind. Das Aussehen der Höhenkurven bei konstanter Wellenlänge legt es nahe, für die Kurven $\ln n$ noch mehr Wendepunkte anzunehmen. Diese Annahme wird noch gestützt durch die Tatsache, daß die Reflexion kurz nach Aussetzen der Tagesreflexion sich nach größeren Höhen verschiebt, d. h. daß die Ionendichte sich verschoben hat und das Produkt $k \cdot l$ in größeren Höhen für einen genügenden Reflexionskoeffizienten wieder ausreicht.

Abb. 5.

Die systematische Erforschung des Reflexionskoeffizienten in Zusammenhang mit der Höhenforschung kann noch wichtige Aufschlüsse über den Ionisationszustand der Ionosphäre und die Strahlung der Sonne ergeben, wozu die Höhenmessung allein nicht imstande wäre. Dazu wäre allerdings eine weitere theoretische Entwicklung unerläßlich, die den magnetischen Einfluß berücksichtigt.

Zusammenfassung.

Der Aufsatz bringt in gedrängter Form einen zusammenfassenden Überblick über die Ergebnisse und die Entwicklung der Ionosphärenforschung. Zuerst wird auf die neueren theoretischen Arbeiten eingegangen und dann kurz über die experimentellen Untersuchungen im Elektrotechnischen Laboratorium in Delft berichtet. Zum Schluß folgt eine theoretische Deutung der Ergebnisse; unter vereinfachenden Annahmen über das Leitvermögen und die Dielektrizitätskonstante werden die Verhältnisse bei der Reflexion elektromagnetischer Wellen mathematisch behandelt.

Dr. A. Thoma.

(Die Besprechung folgt auf S. 1109 dieses Heftes.)

[7]) G. J. Elias, Elektr. Nachr.-Techn. 8 (1931) S. 4.

Tagung der Internationalen Beleuchtungskommission vom 1. bis 10. Juli 1935.

621. 32 : 061. 3

Die Internationale Beleuchtungskommission, die als zwischenstaatliche Gemeinschaft der wissenschaftlichen und praktischen Lichttechnik dem regelmäßigen Erfahrungsaustausch der Lichttechniker von 14 in- und außereuropäischen Kulturstaaten dient, hielt ihre 9. Vollversammlung vom 1. bis zum 10. 7. 1935 in Berlin und Karlsruhe ab. Auf der letzten Tagung der IBK im Jahre 1931 in Cambridge[1]) war ein Deutscher, Dr. A. Meyer, zum Präsidenten der Kommission gewählt und Deutschland für die Wahl des nächsten Tagungsortes ausersehen worden. Während die beiden letzten Hauptversammlungen mit größeren Kongressen verbunden waren, wurde die diesjährige Zusammenkunft zur reinen Arbeitstagung bestimmt, die in erster Linie der Aussprache der Fachbearbeiter in den Sitzungen der für die verschiedenen Sondergebiete der Lichttechnik gebildeten 25 Fachgruppen dienen sollte.

Die Vorbereitung der Tagung, die unter der Schirmherrschaft des Bevollmächtigten für Technik und deren Organisationen, Dr.-Ing. Todt, stand, wurde von der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft als dem Deutschen Nationalen Komitee der IBK unter der Leitung des Reichsvorsitzenden der DLTG, Prof. Dr. R. G. Weigel, durchgeführt. Etwa 400 Teilnehmer aus 18 verschiedenen Ländern waren zu der Tagung erschienen, die am 1. 7. durch eine Festsitzung der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft im großen Physikalischen Hörsaal der T. H. Berlin eingeleitet wurde.

Nach einer Begrüßung durch den Reichsvorsitzenden der DLTG nahm Prof. Dr. O. Kroh das Wort zu seinem Vortrag: „Menschenkundliche Grundlagen der Lichttechnik". Während nach früherer Auffassung für die Lichttechnik als wissenschaftliche Wahrnehmungslehren nur die physiologische und psychologische Optik des Menschen Bedeutung zu haben schienen, erhebt sich heute die Frage, inwieweit eine Wissenschaft, die das gesamte leiblich-seelisch-geistige Sein des Menschen in allen seinen Erscheinungsformen umfaßt, auch dem Lichttechniker neue Gesichtspunkte für die Behandlung seiner Probleme geben kann. Der Vortragende zeigte, daß erst diese Gesamtwissenschaft vom Menschen, seiner Leistungsstruktur und seinen konstitutionell unterscheidbaren Grundformen die tiefgreifenden Wirkungen von Licht und Farbe auf den menschlichen Organismus voll zu erfassen gestattet.

Prof. Dr.-Ing. R. G. Weigel berichtete über „Untersuchungen über die Sehfähigkeit im Natrium- und Quecksilberlicht, insbesondere bei der Straßenbeleuchtung". Bei Natrium-, Quecksilber-, Glühlampenlicht und Mischlicht (Quecksilber + Glühlampe) wurden die Hell-Dunkel-Unterschiedsempfindlichkeit, die Sehschärfe und die Wahrnehmungsgeschwindigkeit untersucht. Es zeigte sich, daß bei der gewählten Versuchsanordnung die Hell-Dunkel-Unterschiedsempfindlichkeit (Kontrastempfindlichkeit) von der Lichtfarbe so gut wie nicht abhängig ist. Die Sehschärfe ist bei Natrium- und Quecksilberlicht merklich besser als bei den Aberration des Auges). Bei der Wahrnehmungsgeschwinbeiden anderen Lichtarten (Einfluß der chromatischen digkeit erwies sich das Natriumlicht allen anderen Lichtarten deutlich überlegen.

Prof. Dr.-Ing. W. Arndt sprach „Über die Grenzen der Sichtbarkeit von Lichtern". Die Bestimmung des Reizschwellenwertes der vom Auge noch wahrnehmbaren Lichtintensität, für den auf der letzten Internationalen Seezeichenkonferenz (Paris 1933) der Wert von $0{,}2 \cdot 10^{-6}$ Lux festgelegt wurde, begegnet Schwierigkeiten, da diese Größe u. a. von der Beobachtungsart (ein- oder zweiäugiges Sehen), von der Lage des Bildpunktes auf der Netzhaut und von der Leuchtdichte des Hintergrundes abhängt. Für Sehwinkel kleiner als 1°, für die überhaupt nur die Angabe der Reizschwelle in Lux sinnvoll ist, sind Untersuchungen im Freien und im Laboratorium angestellt worden. Dabei ist als sog. absolute Reizschwelle $0{,}0013 \cdot 10^{-6}$ Lux gefunden worden. Der Reizschwellenwert nimmt mit wachsender Umfeldleuchtdichte zu, und der international empfohlene Wert gilt für etwa 1 Apostilb Umfeldleuchtdichte. Bei Beobachtungen über Land enthält dieser Wert also noch einen großen Sicherheitsspielraum und ist daher auch noch für die während der Dämmerung herrschenden Umfeldleuchtdichten anwendbar.

Dr.-Ing. J. Adolph behandelte „Die Befriedigung des Lichtbedürfnisses als Wirtschaftsfaktor". Während einer Steigerung des Elektrizitätsverbrauchs für Kraft- und Wärmezwecke durch den objektiv feststellbaren Bedarf eine Grenze gesetzt wird, ist der Lichtbedarf noch einer erheblichen Steigerung fähig, da das Lichtbedürfnis durch den subjektiven Maßstab des Verbrauchers bestimmt wird und die technischen Möglichkeiten einer guten künstlichen Beleuchtung noch sehr entwicklungsfähig sind. Auf Grund der Erfahrungen in der Elektrizitätsversorgung Berlins konnte gezeigt werden, daß der Mehrbedarf an Beleuchtungsstrom im Gegensatz zu früheren Anschauungen den Belastungsverlauf günstig beeinflußt und der Lichtverbrauch besonders bei einer den Verbrauch fördernden Tarifform gerade außerhalb der Spitzenzeit zunimmt.

B. Seeger gab in seinem Vortrag „Bedeutung und Entwicklung des elektrischen Lichtverbrauchs in Europa" an Hand umfassender statistischer Unterlagen Aufschluß über den Anteil des Lichtverbrauchs an der Elektrizitätswirtschaft[2]). 74 % der Bevölkerung Europas (ohne Rußland) wohnen in Orten mit elektrischer Stromversorgung. In den meisten Ländern (Ausnahme: England und Italien) entspricht die Elektrisierung der Wohnungen dem Stand der Stromversorgung der Ortschaften. In Deutschland sind 50 % der Brennstellen der Straßenbeleuchtung elektrisch angeschlossen, in den meisten Ländern Europas noch mehr. Der Stromverbrauch für Beleuchtung beträgt etwa 20 bis 30 % vom Gesamtstromverbrauch. Der Jahresverbrauch der einzelnen Lichtabnehmer schwankt in weiten Grenzen von 60 bis 6 Mill kWh. Aus einem Querschnitt der Verhältnisse von 13 Ländern Europas errechnet sich ein Anteil von mindestens 50 % der Einnahmen der Elektrizitätswerke aus dem Stromverkauf für Beleuchtung, der wegen seiner Größe und seiner Krisenfestigkeit als die wirtschaftliche Grundlage der Stromversorgung angesehen werden muß. Bei der wachsenden Wertschätzung guter elektrischer Beleuchtung und ihren noch keineswegs voll ausgenutzten Entwicklungsmöglichkeiten darf mit einer weiteren erheblichen Steigerung des seit 1925 in fast allen Ländern nahezu verdoppelten Lichtbedarfs gerechnet werden.

G. B. Regar (V. S. Amerika) berichtete über den Erfolg des Werbefeldzuges für gute Beleuchtung, der in den Vereinigten Staaten unter dem Motto „Bessere Sicht" durchgeführt wurde. Aus den Erhebungen von 57 Elektrizitätsgesellschaften ergaben sich insgesamt ein Mehrverbrauch von 159 307 kW und eine jährliche Erhöhung der Einnahmen um 6 375 006 Dollar. Die Philadelphia Electric Co. konnte feststellen, daß die Zunahme des Stromverbrauchs gegenüber dem Vorjahr im Jahre 1934 für Haushaltungen 6,7 %, für industrielle Zwecke 6,2 % betrug gegenüber nur 2,8 % bzw. 1,9 % für das Jahr 1933.

Dipl.-Ing. H. Müller brachte eine Übersicht über den „Stand der Gasstraßenbeleuchtung und ihren Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit

[1]) Vgl. F. Born, ETZ 52 (1931) S. 1377.

[2]) B. Seeger: Der Lichtverbrauch Europas. Berlin: Franckh'sche Verlagshandlung 1935.

der Gaswerke". Die Gasstraßenleuchten sind in der letzten Zeit erheblich verbessert worden. Durch Einbau von Spiegelreflektoren konnte z. B. die Lichtverteilung den Anforderungen einer guten Fahrbahnbeleuchtung entsprechend verbessert und die Ausnutzung des vom Gasbrenner erzeugten Lichtstromes gesteigert werden. Neuerdings ist es gelungen, auch Flutlichtbeleuchtung mit Gas durchzuführen. Die zusätzliche Herstellung des Gases für Straßenbeleuchtung kostet nur 1,2 Rpf/m^3, falls keine Erweiterung für die Mehrerzeugung erforderlich ist. Für die Wirtschaftlichkeit der Gaswerke ist auch die bei der Gasherstellung anfallende Benzol- und Teererzeugung von besonderer Bedeutung, die in letzter Zeit für die Kraftfahrzeug-Treibstoffe wichtig geworden ist.

Die Tagung wurde offiziell am 2. 7. im Hauptausschuß-Sitzungssaal des Reichstagsgebäudes eröffnet. Nachdem der Präsident Dr. A. Meyer die Tagungsteilnehmer und die Vertreter des Reiches und der Behörden begrüßt hatte, hieß der Staatskommissar der Stadt Berlin, Dr. Lippert, die Tagungsteilnehmer im Namen Preußens und der Reichshauptstadt willkommen. Im Auftrage der Teilnehmer richtete der Präsident ein Begrüßungstelegramm an den Führer und Kanzler des Deutschen Reiches, für das der Führer in einem Antworttelegramm dankte. Die Versammlung ehrte das Andenken der in der Zeit seit der letzten IBK-Tagung verstorbenen Mitglieder und gedachte hierbei auch Edisons.

Die Sitzungen der Fachgruppen wurden vom 2. bis 5. 7. in Berlin und vom 8. bis 10. 7. in Karlsruhe abgehalten. Während des Berliner Teils der Tagung hielt Prof. Dr. W. Pohl einen Festvortrag mit dem Thema „Zum Mechanismus der Lichtemission". Nach einem kurzen Überblick über die historische Entwicklung der Lichterzeugung von der Anwendung der Temperaturstrahlung fester Körper zur elektrischen Entladung in Gasen und Dämpfen kam der Vortragende auf den letzten Fortschritt, die Strahlungsumwandlung mit Hilfe von Leuchtphosphoren, zu sprechen. Bekanntlich ist es in jüngster Zeit gelungen, mit Hilfe phosphoreszierender Stoffe durch Umwandlung kurzwelliger Strahlung in solche mit längerer Wellenlänge die Lichtfarbe und die Lichtausbeute elektrischer Gasentladungslampen zu verbessern[3]). Diese Leuchtphosphore lassen sich nun dazu verwenden, um die folgenden Grundtatsachen der Lichtemission experimentell zu veranschaulichen: 1. Energiezufuhr bewirkt Anregung der Atome. 2. Bei der Energieabgabe wird Licht erzeugt. 3. Normale und angeregte Atome unterscheiden sich durch ihr Absorptionsspektrum. 4. Anregungs- und Leuchtvorgang sind mit Elektrizitätsbewegung verbunden. Die vom Vortragenden ausgeführten Versuche mit Leuchtphosphoren, die gestatten, diese im allgemeinen sehr rasch verlaufenden Vorgänge stark verlangsamt ablaufen zu lassen, gaben eine sehr eindrucksvolle Vorführung dieser für die Lichtemission wichtigen Zusammenhänge.

Im folgenden soll ein kurzer Auszug aus den in den Fachgruppensitzungen aufgestellten Beschlüssen und Empfehlungen gegeben werden, die nach einer viermonatigen Frist im Falle der Zustimmung aller nationalen Komitees in Kraft treten sollen.

Die Fachgruppe für das Wörterbuch hat den vom Arbeitsausschuß ausgearbeiteten Entwurf der Sammlung lichttechnischer Fachausdrücke genehmigt. Die Veröffentlichung soll in den drei offiziellen Sprachen der IBK: Deutsch, Englisch und Französisch, erfolgen. Außerdem wird eine Übersetzung der definierten Ausdrücke in Spanisch und Italienisch von den zuständigen nationalen Komitees angefügt werden.

Die Fachgruppe für Definitionen hat empfohlen, als Abkürzung für die Lichtstromeinheit „Lumen" das Formelzeichen lm, für die Beleuchtungsstärkeeinheit „Lux" das Formelzeichen lx zu verwenden. Als Abkürzung für die Vorsilbe „Deka" bei Maßeinheiten wird in der Lichttechnik das Formelzeichen D bevorzugt[4]). Für die Einheit der Leuchtdichte, 1 Kerze/cm^2, wurde die Bezeichnung „Stilb" (sb) angenommen. Als Lichtstrom einer Lichtquelle ist die von ihr ausgestrahlte Leistung festgelegt worden, die photometrisch gemäß der internationalen, für das helladaptierte Auge festgelegten spektralen Hellempfindlichkeitskurve bewertet wird. In Ergänzung zu dem jetzt gebräuchlichen praktischen System der Lichteinheiten wird die Schaffung eines streng wissenschaftlichen Systems empfohlen.

Die Fachgruppen für Primärstandard und Lichtstärkeeinheit haben die grundsätzlich bereits im Jahre 1924 gefaßte Entschließung bestätigt, wonach die Lichteinheit auf dem schwarzen Körper beruhen soll, und haben vorgeschlagen, daß der schwarze Körper hierfür bei der Erstarrungstemperatur des Platins betrieben werden soll.

Die Fachgruppe für Blendung hat festgesetzt, daß der Begriff „Blendung" sich ausschließlich auf die durch sichtbares Licht auf das Auge hervorgerufenen Einwirkungen beziehen soll. Bei dem weiteren Studium der für die Blendung maßgebenden Zusammenhänge wird empfohlen, in erster Linie die auf die Straßenbeleuchtung bezüglichen Versuchsbedingungen zu berücksichtigen.

Die Fachgruppe für die Messung von Leuchtröhren hat die staatlichen Laboratorien aufgefordert, zu untersuchen, ob es möglich ist, alle Messungen an Gasentladungslampen auf einer einheitlichen Grundlage aufzubauen.

Die Fachgruppe für objektive Photometrie hat vorgeschlagen, für die Sperrschichtzelle, deren Bezeichnung in den verschiedenen Sprachen durchaus nicht einheitlich erfolgt, eine neue eindeutige und die Eigenschaften dieser Zellentype kennzeichnende Wortbildung zu finden.

Die Fachgruppe für Kolorimetrie hat den Beschluß gefaßt, bei der Farbkennzeichnung nach Farbton und Sättigung als Bezugspunkt den Schwerpunkt des Farbdreiecks (IBK-System 1931) zu wählen. Die Meßbedingungen zur Bestimmung des Farbeindrucks gemischt reflektierender Oberflächen und der Einfluß des Adaptationszustandes des Auges auf kolorimetrische Messungen sollen untersucht werden.

Die Fachgruppe für lichtstreuende Baustoffe hat empfohlen, die Kennzeichnung der optischen Eigenschaften von Trübgläsern auf Grund von drei aus den Arbeiten von Ryde und Cooper stammenden Festwerten vorzunehmen. Für die Kennzeichnung des Streuvermögens von Matt- und Trübgläsern wird das Verhältnis des Mittelwertes der Leuchtdichten unter 20° und 70° zur Leuchtdichte unter 5° bei senkrechtem Lichteinfall empfohlen. Die praktische Brauchbarkeit eines vom deutschen Komitee vorgeschlagenen Verfahrens zur Bewertung lichtstreuender Hohlkörper soll geprüft werden.

Die Fachgruppe für Klasseneinteilung von Beleuchtungskörpern hat für die 1932 in Cambridge beschlossene Haupteinteilung von Leuchten nach der Lichtstromverteilung in verschiedenen Raumwinkelzonen die Lichtstromanteile für diese Zonen festgesetzt.

In der Sitzung der Fachgruppe für Straßenbeleuchtung wurde empfohlen, in der nächsten Zeit das Hauptaugenmerk auf das Studium der Leuchtdichteverteilung auf der Straßenoberfläche und ihrer Bedeutung für die Erkennbarkeit von Gegenständen auf der Straße zu lenken.

Die Fachgruppe für Automobilscheinwerfer hat die Forderung aufgestellt, daß das Fernlicht bei Verwendung aller hierfür in Frage kommenden Scheinwerfer am Kraftwagen auf eine Entfernung von 100 m auf

[3]) Vgl. ETZ 56 (1935) H. 23, S. 649.

[4]) Deka entspricht 10^1, übereinstimmend mit der Festsetzung durch den AEF.



einer senkrechten Fläche von 8,5 m Breite (5°) symmetrisch zur Verlängerung der Achse des Wagens und in 1 m Höhe, vom Boden aus gerechnet, eine Mindestbeleuchtungsstärke von 1 lx bei Nennspannung der Glühlampen ergeben soll. Die Vereinheitlichung der Abblendvorschriften soll geprüft werden. Das Studium der zweckmäßigsten Anbringung und Lichtverteilung der Scheinwerfer bei Nebel sowie der Anwendung gefärbten Lichtes bezüglich Blendung und Sichtbarkeit bei anderen atmosphärischen Verhältnissen soll fortgeführt werden. Das Arbeitsgebiet der Fachgruppe soll auf alle Lichter außen am Wagen und auf jede Innenbeleuchtung, die die Fahrsicherheit beeinträchtigen kann, ausgedehnt werden.

Von der Fachgruppe für Fabriken- und Schulbeleuchtung sind gegenüber den früheren erheblich erhöhte Mindestwerte der Beleuchtungsstärke für Schulen angenommen worden.

Die Fachgruppe für Flugverkehrsbeleuchtung (Bodenbeleuchtung) hat nach eingehender Aussprache über die Empfehlungen der IBK-Tagung 1931 in Cambridge und der Tagung der Kommission für Flugverkehrsbeleuchtung 1932 in Zürich[5]) den Beschluß gefaßt, ihre Ansicht unter Berücksichtigung der Empfehlungen der Internationalen Luftfahrtkonferenz (Brüssel 1935) als besondere Druckschrift herauszugeben. Die nationalen Komitees werden ihre Untersuchungen über die Verwendung der Landebahnleuchten unter allen Witterungsverhältnissen mit besonderer Berücksichtigung der Gleichmäßigkeit und der höchsten Beleuchtungsstärke auf der Landebahn fortsetzen. Für die im Flugverkehr gebräuchlichen Farben Rot, Gelb und Grün sind die zulässigen Grenzen für Farbton, Schwerpunktswellenlänge und Sättigung festgelegt worden.

Die Fachgruppe für Flugzeugbeleuchtung hat Festsetzungen getroffen, die u. a. die Farbe, Intensität und Lichtverteilung der Kennlichter, Mindestlichtstrom und Lichtstärke der Landescheinwerfer, die Beleuchtung der Instrumente im Führerstand und die Verwendbarkeit von Fallschirmfackeln für Notlandungen betreffen.

Die Fachgruppe für Verkehrssignale hat Empfehlungen für den Farbton der im Straßenverkehr gebräuchlichen Signalfarben gegeben und Grenzwerte für die Durchlässigkeit der Signalgläser aufgestellt. Als Durchmesser der Gläser wird 20 cm empfohlen, die als Lichtquelle verwendete Glühlampe soll mindestens 60 W Leistungsaufnahme haben.

Von der Fachgruppe für Signalgläser sind Farbgrenzen der Gläser für Eisenbahnsignale auf Grund der z. Z. gültigen englischen und amerikanischen Vorschriften vorgeschlagen worden. Für die Kennzeichnung der photometrischen Eigenschaften der Gläser wird die Angabe der reinen Durchlässigkeit (d. h. nach Abzug der Reflexionsverluste) empfohlen.

Die Fachgruppe für natürliches und künstliches Tageslicht empfiehlt, die Arbeiten über die Tagesbeleuchtung von Innenräumen fortzuführen, um den Architekten und Behörden möglichst bald Unterlagen für die Beurteilung von Innenräumen geben zu können. In Zusammenarbeit mit der Fachgruppe für Kolorimetrie soll eine den praktischen Zwecken angepaßte Definition der Farbe des künstlichen Tageslichtes ausgearbeitet werden. Die Verwendbarkeit von Gasentladungs- und Metalldampflampen zur Erzeugung künstlichen Tageslichtes soll geprüft werden.

Die Fachgruppe für Schattenfragen hat empfohlen, für die Kennzeichnung der Schattigkeit einer Beleuchtungsanlage die „Schattigkeit" in der Definition

$$S = \frac{E - E_0}{E}$$

zu verwenden (E Beleuchtungsstärke ohne Abschattung, E_0 Beleuchtungsstärke im stärksten Schatten). Der Arbeitsbereich der Fachgruppe soll durch Hinzunahme des Gebiets der räumlichen Beleuchtung erweitert werden.

Die Fachgruppe für Bergwerksbeleuchtung hat die nationalen Komitees aufgefordert, Messungen über die unter Tage vorhandenen Beleuchtungsstärken anzustellen, den Einfluß der Beleuchtungsstärke auf Blendung und Sicherheit der Förderleistung zu ermitteln, und hat empfohlen dahin zu wirken, daß tragbare Grubenlampen nicht mehr, wie bisher meist üblich, nach der horizontalen Lichtstärke, sondern nach dem Lichtstrom bewertet werden.

Von der Fachgruppe für Ultraviolettstrahlung wurde empfohlen, bei den Ultraviolettstrahlungsquellen für allgemeinen Gebrauch die Intensität unterhalb einer Wellenlänge von 280 mμ so zu beschränken, daß unter den normalen Anwendungsbedingungen keine wahrnehmbare biologische Wirkung durch diese Strahlung erzielt werden kann.

Die Fachgruppe für die Verbreitung lichttechnischer Kenntnisse hat Empfehlungen angenommen, wonach insbesondere die Vermittlung einer lichttechnischen Ausbildung für die Studenten der Architektur und in den Schulen gefördert werden soll. Ausstellungen und Vortragskurse unter Zusammenarbeit der lichttechnischen Gesellschaften, der Elektrizitätswerke und der Beleuchtungsindustrie sollen das Interesse der Allgemeinheit an guter Beleuchtung fördern. Außerdem soll dafür gesorgt werden, daß insbesondere in den Schulen für die Verbesserung der Beleuchtung alle erforderlichen Schritte unternommen werden.

Die Fachgruppe für Auskunfterteilung in lichttechnischen Fragen hat vorgeschlagen, in nächster Zeit die Eisenbahnbeleuchtung zu studieren und hierfür ein besonderes Studienkomitee einzusetzen.

Es wurde ein Schweizer Vorschlag angenommen, die seit Bestehen der IBK von dieser gefaßten Beschlüsse in einer besonderen Zusammenstellung zu veröffentlichen. Der Antrag Spaniens auf Aufnahme in die Kommission ist angenommen worden. Ein von Rußland eingegangener Aufnahmeantrag wird noch der satzungsgemäß vorgeschriebenen Prüfung unterzogen werden.

Auf der Schlußversammlung am 10. 7. wurden die in den Fachgruppensitzungen gefaßten Beschlüsse genehmigt. Als neuer Präsident wurde Ch. Fabry (Frankreich), als Vizepräsidenten Dr. N. A. Halbertsma (Holland), O. de Bast (Belgien) und L. V. Řihánek (Tschechoslowakei) gewählt. Für ihre nächste Tagung wurde die Kommission nach Holland eingeladen.

In Berlin und in Karlsruhe waren zu Ehren der IBK Festbeleuchtungen vorgesehen worden, von denen u. a. die Anleuchtung des Karlsruher Schlosses mit Natrium- und Quecksilberdampflampen und die indirekte Beleuchtung einer Karlsruher Straße mit Quecksilberlicht erwähnenswert ist. In Berlin hatten die Tagungsteilnehmer Gelegenheit zur Besichtigung lichttechnisch bemerkenswerter Anlagen, zum Besuch verschiedener Industriewerke und Laboratorien sowie des Flughafens Tempelhof. Im Rahmen des gesellschaftlichen Teils der Tagung, der eine große Zahl von Veranstaltungen vorsah, verdient besonders der überaus herzliche Empfang Erwähnung, der den Teilnehmern durch die Stadt Karlsruhe bereitet worden ist.

Der harmonische Verlauf der Tagung, die allen Teilnehmern neben wertvollen fachlichen Anregungen schöne landschaftliche und künstlerische Eindrücke vermittelte und den ausländischen Gästen Gelegenheit bot, verschiedene Teile unseres Vaterlandes näher kennenzulernen, gibt der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft als der Veranstalterin die Gewähr, daß sie ihr Ziel, mit dieser Tagung zugleich auch eine kulturpolitische Aufgabe zu erfüllen, erreicht hat. H. G. Frühling.

[5]) Vgl. F. Born, ETZ 53 (1932) S. 1132.

Die Kurzschluß-Phasenverschiebung, ihre Bedeutung für den Abschaltvorgang und ihre Messung.

Von W. Kaufmann, Berlin.

621. 316. 064. 1

Übersicht. Nachdem sich die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) in ihren Entwürfen von Prüfvorschriften für Hochleistungsschalter auch mit der Kurzschluß-Phasenverschiebung befaßt hat und dabei Bestimmungen und Meßverfahren vorgeschlagen hat, die von den deutschen Gepflogenheiten stark abweichen, ist es notwendig, über die Tragweite derartiger Bestimmungen Klarheit zu schaffen. In der nachstehenden Arbeit*) werden die vorgeschlagenen Meßverfahren kritisch betrachtet und im besonderen die Widerstandsverhältnisse der Prüf- und Netzstromkreise genauer untersucht. Es ergeben sich hieraus neue Gesichtspunkte für die Definition, Messung und Begrenzung der Kurzschluß-Phasenverschiebung.

Unter der Kurzschluß-Phasenverschiebung versteht man den elektrischen Winkel zwischen dem Kurzschlußstrom und der EMK der Stromquelle. Wird der Kurzschlußstrom durch einen Schalter unterbrochen, so ist in den meisten Fällen die EMK der Stromquelle gleich der an den Schalterpolen wiederkehrenden Spannung. Eine Ausnahme hiervon liegt nur dann vor, wenn parallel zu dem den Kurzschluß unterbrechenden Schalter noch weitere Stromkreise mit einer Belastung liegen, durch die nach Abschaltung die Klemmenspannung des Generators eine Phasenverschiebung gegenüber der EMK erhält. Von diesen Fällen soll im folgenden abgesehen werden, ebenso wie von den weiteren in der Praxis vorkommenden Fällen, in denen ein Kurzschlußpunkt und der den Kurzschluß unterbrechende Schalter von mehreren Stellen aus gespeist werden, da hier die EMK-Vektoren der einzelnen Generatoren untereinander eine Phasenverschiebung aufweisen können. Es soll also im folgenden der einfache Fall betrachtet werden, daß ein Generator über einen irgendwie gearteten Widerstand den Kurzschlußpunkt speist.

In der Praxis ist die Kurzschluß-Phasenverschiebung mehr oder weniger rein induktiv, da die Generatoren nur kleine ohmsche Widerstände haben und die zwischen dem Generator und dem Kurzschlußpunkt liegenden Widerstände einen ohmschen oder induktiven Widerstand darstellen, niemals aber durch eine Kapazität gebildet werden. Es hat sich daher eingebürgert, für die Phasenverschiebung kurzweg den Kosinus des Winkels anzugeben; man bezeichnet ihn mit $\cos\varphi_k$ und versteht hierunter nur eine induktive Phasenverschiebung.

Es ist seit langem bekannt, daß die Schwierigkeit der Abschaltung eines Kurzschlusses von der Kurzschluß-Phasenverschiebung maßgebend beeinflußt wird, und zwar in dem Sinne, daß bei größerer Phasenverschiebung die Abschaltung schwieriger wird. Dies ist in erster Linie darauf zurückzuführen, daß der Augenblickswert der wiederkehrenden Spannung, auf den sich die Spannung an der Lichtbogenstrecke nach dem Erlöschen des Lichtbogens einschwingt, mit zunehmender Phasenverschiebung größer wird. Bei einem rein ohmschen (in der Praxis nicht vorkommenden) Stromkreis ist dieser Augenblickswert der Spannung gleich Null, bei einem rein induktiven Stromkreis gleich dem Scheitelwert der wiederkehrenden Spannung. Die Schwierigkeit der Abschaltung ist nicht direkt proportional diesem Augenblickswert der wiederkehrenden Spannung, sondern es spielen hier noch andere Momente mit, die aber im Rahmen dieses Aufsatzes nicht behandelt werden sollen[1]).

Soll also ein Schalter auf seine Abschaltleistung geprüft werden, so ist es selbstverständlich, daß die schwierigeren Verhältnisse zugrunde gelegt werden. Die Prüfungen in den Hochleistungs-Prüffeldern wurden daher immer mit einer möglichst großen Phasenverschiebung durchgeführt, jedenfalls war es in Deutschland üblich, daß man in den Prüfstromkreis keine zusätzlichen ohmschen Widerstände einschaltete. Sollte der Strom begrenzt werden, so wurden hierzu lediglich reine Induktivitäten, d. h. Kurzschlußreaktanzen in üblicher Bauart, verwandt.

Es ist in dieser Beziehung interessant, die Vorschriften für die Prüfung von Hochleistungsschaltern daraufhin zu untersuchen, welche Phasenverschiebungen sie bei der Prüfung für notwendig erachten. Die ältesten veröffentlichten Vorschriften sind die „Richtlinien für die Auswahl von Ölschaltern" des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins[2]). In ihnen wird vorgeschrieben, daß der $\cos\varphi_k$ kleiner als 0,4 sein soll. In den deutschen Vorschriften, den R.E.H. (Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstrom-Hochspannungsgeräten für Schaltanlagen) aus dem Jahre 1928 sind überhaupt keine näheren Angaben über die Kurzschluß-Phasenverschiebung gemacht. Es ist hier stillschweigend vorausgesetzt, daß nur rein induktive Stromkreise verwendet werden. Das geht aus dem § 26 der „Definition der Kurzschlußströme" hervor, in dem angegeben wird, daß „der Höchstwert des Stoß-Kurzschlußstromes bestimmt wird durch den Quotienten aus Spannung und Scheinwiderstand (Impedanz) der Leitungsbahn". Seitdem hat es sich eingebürgert, einen $\cos\varphi_k$ von etwa 0,1 anzunehmen. Genauere Messungen desselben wurden jedoch im allgemeinen nicht durchgeführt.

Eine größere Bedeutung kommt der Frage jedoch zu, seitdem das Komitee 17 der IEC (International Electrotechnical Commission) sich mit der Abfassung einer international gültigen Vorschrift für die Benennung und Bewertung von Hochleistungsschaltern befaßt. Während hier ursprünglich (1930) ein $\cos\varphi_k$ gleich oder kleiner als 0,15 (als Mittelwert zwischen den von verschiedenen Mitgliedern der IEC vorgeschlagenen Werten 0,1 und 0,2) für richtig erachtet wurde, setzte man später (1934) diesen Wert auf 0,3 in die Höhe mit der Begründung, daß es bei einzelnen bestehenden Prüffeldern nicht möglich wäre, eine Kurzschluß-Phasenverschiebung $\cos\varphi_k = 0{,}15$ einzuhalten. In demselben Augenblick, wo dieser Vorschlag allgemein gültige Vorschrift wird, haben selbstverständlich alle Prüffelder, bei denen ein kleinerer $\cos\varphi_k$ vorliegt, das Recht, Widerstände in ihren Stromkreis einzuschalten, um damit die Kurzschluß-Phasenverschiebung aller Prüffelder auf einen gleichen Wert zu bringen. Denn es hat sich bei genauerer Prüfung herausgestellt, daß solche Widerstände trotz des scheinbar kleinen Einflusses auf den Augenblickswert der wiederkehrenden Spannung doch einen gewissen Einfluß auf den Abschaltvorgang ausüben, indem bei sonst gleichen Verhältnissen die Abschaltungen mit Zusatzwiderstand etwas leichter verlaufen und eine geringere Beanspruchung des Schalters darstellen. Soll aber das Zuschalten von Widerständen zugelassen werden, so ist es unbedingt nötig, daß man die Kurzschluß-Phasenverschiebung mit ausreichender Genauigkeit auch messen kann, um die Größe des zulässigen Widerstandes zu bestimmen.

Diesem Gedankengang Rechnung tragend wurden in die Entwürfe der IEC-Vorschriften im Anhang drei Meßverfahren aufgenommen, die nachstehend etwas genauer auf ihre Brauchbarkeit hin untersucht werden sollen. Das Verfahren 1, das auf einen Vorschlag des Deutschen Komitees der IEC zurückgeht, gibt an, daß der Winkel φ_k aus

*) Mitteilung aus dem Hochleistungsprüffeld der Siemens-Schuckert-werke.

[1]) F. Kesselring, Elektrische Schaltgeräte, Anlasser u. Regler. Sammlung Göschen Nr. 711, S. 96.

[2]) Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 15 (1924) S. 210.

der Reaktanz X und dem ohmschen Widerstand R des Kurzschluß-Stromkreises berechnet werden soll nach der Gleichung:

$$\varphi_k = \operatorname{arc\,tg} \frac{X}{R}, \tag{1}$$

so daß aus diesem Winkel der $\cos\varphi_k$ berechnet werden kann.

Verfahren 2 soll gültig sein für Werte des $\cos\varphi_k$ von 0,2 bis 1, und zwar soll der Winkel φ_k aus dem Oszillogramm durch rückwärtige Verlängerung der Spannungskurve bis zum Augenblick der Kontakttrennung und durch Vergleich der Phasenlage dieser Spannungskurve mit der Stromkurve bestimmt werden.

Nach dem Verfahren 3, welches für Werte $\cos\varphi_k$ von 0 bis 0,2 gültig sein soll, wird schließlich das Abklingen des Gleichstromgliedes dazu benutzt, um aus dessen Zeitkonstante das Verhältnis R/L auszuwerten und daraus den Phasenwinkel φ_k zu berechnen.

Alle drei Meßverfahren sind gleichwertig nebeneinandergestellt. Es fehlt aber jegliche Erfahrung darüber, ob die einzelnen Verfahren die Phasenverschiebung auch mit der genügenden Genauigkeit geben und ob sie sich in der Praxis bewähren. Sie sollen daher im folgenden kritisch betrachtet werden.

Verfahren 1.

Zur Berechnung des $\cos\varphi_k$ ist die Kenntnis der Reaktanz X und des Widerstandes R erforderlich. X ist mit genügender Genauigkeit aus einem Abschaltoszillogramm zu berechnen aus der wiederkehrenden Spannung und der unterbrochenen Stromstärke nach der Gleichung:

$$X = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot I}, \tag{2}$$

gültig für ein Drehstromsystem, in dem U die verkettete Spannung bedeutet. Über die Messung des Widerstandes R ist nichts Genaueres gesagt. Es soll hier zunächst angenommen werden, daß R der Gleichstromwiderstand des Prüfstromkreises ist, den man leicht mit Hilfe einer beliebigen Meßbrücke an den Polen des geöffneten Schalters messen kann. Für die in Frage stehenden Phasenverschiebungen kann der $\cos\varphi_k$ ungefähr gleich dem $\operatorname{ctg}\varphi_k$ gesetzt werden. Der Fehler beträgt bei $\cos\varphi_k = 0{,}1$ nur 0,6 %, bei $\cos\varphi_k = 0{,}3$ 4,2 %, so daß also in dem angegebenen Bereich gesetzt werden kann

$$\cos\varphi_k \approx \frac{R}{X}. \tag{3}$$

Verfahren 2.

Bei dem Versuch, dieses Verfahren auf beliebige Abschaltoszillogramme anzuwenden, ergaben sich derart große Fehler, daß es notwendig erscheint, die Ursache hierfür im einzelnen zu untersuchen.

a) Ablesungsfehler. Man kann annehmen, daß auf einem normalen Oszillogramm durch die Strichstärke des aufgezeichneten Linienzuges und die Strichstärke des Bleistiftes ein Ablesungsfehler von ± ¼ mm gemacht wird. Bei der normal angewandten Papiergeschwindigkeit von 1 m/s wird eine Halbwelle eines 50periodigen Stromes 10 mm lang gezeichnet. Der Fehler bei der Ablesung beträgt also ± 2,5 %; von 180 ° el. sind das ± 5 °. Bei einem $\cos\varphi_k$ von 0,1 beträgt der zu messende Winkel 84 °. Dieser kann aber nur mit einer Genauigkeit von 89 bis 79 ° gemessen werden, d. h. also, der Winkelfehler beträgt 6 %. Für den $\cos\varphi_k$ macht dies jedoch viel mehr aus; es wird aus den obengenannten Winkeln ein $\cos\varphi_k = 0{,}018$ bis 0,19 berechnet, der $\cos\varphi_k$-Fehler beträgt also ± 90 %. Für eine kleinere Phasenverschiebung (größeren $\cos\varphi_k$) wird der relative Fehler natürlich kleiner. Jedoch beträgt er bei $\cos\varphi_k = 0{,}3$ immer noch ± 27 % (s. Zahlentafel 1).

Zahlentafel 1.

Sollwert		Grenzen der Ablesung		Fehler	
$\cos\varphi$	φ	φ	$\cos\varphi$	$\Delta\varphi$ %	$\Delta\cos\varphi$ %
0,1	84°	89 ··· 79°	0,018 ··· 0,19	± 6 %	± 90 %
0,3	72,5°	77,5 ··· 67,5°	0,22 ··· 0,38	± 7 %	± 27 %

Natürlich besteht die Möglichkeit, diesen Fehler noch weiter zu verringern, beispielsweise durch sehr sorgfältiges Auswerten, u. U. mit Zuhilfenahme der Lupe, und durch Steigerung der Oszillographengeschwindigkeit, beispielsweise auf 5 m/s. Jedoch ist das Verfahren 2 nun nicht mehr allgemein anwendbar. Das ist auch der Grund, weswegen der IEC-Entwurf das Verfahren nur für $\cos\varphi_k > 0{,}2$ empfiehlt.

b) Der Fehler wird nun aber vervielfältigt dadurch, daß bei einem Schalter mit größerer Lichtbogendauer die Spannungswelle mehr als 1 Halbwelle zurückverlängert werden muß, denn es darf grundsätzlich nur der Stromnulldurchgang vor der Kontakttrennung mit dem Spannungsnulldurchgang nach dem endgültigen Erlöschen miteinander verglichen werden, da der Lichtbogenwiderstand immer eine Verschiebung der Stromkurve mit sich bringt, die bei kleinen Betriebsspannungen oder großen Lichtbogenspannungen bereits eine merkliche Verkleinerung der Phasenverschiebung bedeutet. Selbst bei kleiner Lichtbogenspannung kann auch ein intensives Löschen kurz vor dem Stromnulldurchgang ein plötzliches Abbiegen der Stromkurve und daher einen frühzeitigen Nulldurchgang bewirken. Es ist also eine Extrapolation der mit den oben genannten Fehlern behafteten Längenmessung der letzten Spannungshalbwelle über mehrere Halbwellen hinaus erforderlich. Dadurch vervielfacht sich der unter a) genannte Fehler im Maße der Halbwellenzahl der Lichtbogendauer.

c) Schließlich spielen bei großen Leistungen der Drehzahlabfall und etwaige Pendelungen des Prüfgenerators eine gewisse Rolle. Nimmt man nur an, daß durch den Energieentzug des Lichtbogens ein Drehzahlabfall von 2 % innerhalb von 4 Halbwellen eintritt, d. h. die Frequenz soll von 50 auf 49 Hz absinken, so addieren sich die Fehler in jeder einzelnen Halbwelle folgendermaßen: ½ + 1 + 1½ + 2 = 5 %. Der Fehler ist also bereits doppelt so groß wie der unter a) genannte Ablesungsfehler. Ein Drehzahlabfall von 2 % ist nun auf dem Oszillogramm noch nicht eindeutig meßbar, denn er liegt innerhalb der obengenannten Ablesungsgenauigkeit. Außerdem können Pendelungen des Generators die Messung in unübersehbarer Weise stören.

d) Will man den Fehler des Drehzahlabfalles durch Messung der Frequenz über mehrere Halbwellen und Mittelwertsbildung verkleinern, so macht sich wiederum die Schwankung der Papiergeschwindigkeit des Oszillographen störend bemerkbar. Bei einem schnell schreibenden Oszillograph steht auch nicht so viel Papier zur Verfügung, daß man vor und nach dem Abschaltvorgang eine größere Zahl von Halbwellen übersehen kann. Ferner kommt hinzu, daß meistens durch den der gleichen Batterie entnommenen Kommandostrom ganz geringe Spannungsschwankungen hervorgerufen werden, die ebenfalls geringe Schwankungen in der Papiergeschwindigkeit hervorrufen. Auch wird häufig der Anlaufvorgang des Oszillographenmotors noch nicht ganz beendigt sein. Alles in allem werden die Fehler bei diesem Meßverfahren so groß, daß das Ergebnis völlig unbrauchbar wird. Beispielsweise wurden unter denkbar günstigen Verhältnissen, nämlich bei einer Lichtbogendauer von einer Halbwelle und einer Papiergeschwindigkeit von 2,5 m/s, aus zahlreichen Oszillogrammen folgende Werte für den $\cos\varphi_k$ nach Verfahren 2 ausgewertet, denen die nach Verfahren 1 mit dem Gleichstromwiderstand berechneten Werte gegenübergestellt werden.



Zahlentafel 2.

nach dem Gleichstromwiderstand berechnet	aus dem Oszillogramm gemessen
$\cos\varphi_k = 0{,}026$	0,296 ··· 0,446
0,021	0,087 ··· 0,249
0,0182	0,227 ··· 0,424
0,113	0,23 ··· 0,485

Man erkennt hieraus, daß die Streuung des Meßverfahrens 2 größer ist als der zu messende Wert, auch werden immer zu große Werte aus den Oszillogrammen gemessen.

Verfahren 3.

Bei diesem Verfahren wird in geistreicher Weise eine Verbindung zwischen dem $\cos\varphi_k$ und dem Gleichstromglied hergestellt, indem aus der Gleichung

$$i_{gl} = I_{gl}\, e^{-Rt/L} \qquad (4)$$

das Verhältnis von R/L und damit nach Gl. (1) der Phasenwinkel berechnet wird. Zur Durchführung der Rechnung sind folgende Schritte auszuführen:

Es wird zu zwei beliebigen Zeitpunkten, welche um die Zeit t auseinanderliegen, der jeweilige Gleichstromanteil des Stoßkurzschlußstromes durch Konstruktion der Mittellinie der Umhüllenden festgestellt. Das Verhältnis dieser beiden Werte i_{gl}/I_{gl} ergibt $e^{-Rt/L}$, dessen Exponent aus einer e-Tafel abgelesen werden kann. Durch einfache Umrechnung erhält man hieraus

$$R/\omega L = \operatorname{ctg}\varphi_k \approx \cos\varphi_k .$$

Diese Rechnung ist richtig für den Fall, daß der für das Abklingen des Gleichstromgliedes maßgebende Widerstand derselbe ist, der für den $\cos\varphi_k$ maßgebend ist. Setzen wir dieses zunächst voraus, so ergibt sich noch folgende wichtige Beziehung:

Die Zeitkonstante des Gleichstromgliedes ist

$$T = \frac{L}{R}. \qquad (5)$$

Für den Abschaltvorgang ist aber die Zeit τ wichtig, in der das Gleichstromglied auf 20 % seines Anfangswertes abgeklungen ist, denn dann beträgt es im ungünstigsten Schaltaugenblick auch nicht viel mehr als 20 % des Wechselstromanteiles. Diese Zeit τ beträgt das 1,6fache der Zeitkonstante. Setzt man nun für alle Phasenverschiebungen über 80 ° $\cos\varphi_k = R/\omega L$, dann ergibt sich

$$\frac{L}{R} = \frac{1}{\omega\cos\varphi_k}$$

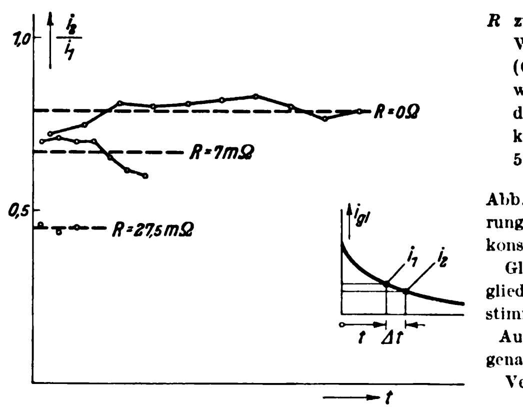
und

$$\tau = \frac{1{,}6}{\omega\cos\varphi_k}. \qquad (6)$$

Zahlenbeispiel: Nehmen wir an, daß ein $\cos\varphi_k$ bis 0,15 zulässig ist und die Betriebsfrequenz 50 Hz beträgt, dann geht aus Gl. (6) hervor, daß τ gleich 3,4 Halbwellen ist. Das bedeutet: Wenn das Gleichstromglied in 3,4 Halbwellen oder mehr auf 20 % seines Anfangswertes abklingt, dann überschreitet auch der $\cos\varphi_k$ nicht seinen zugelassenen Wert von 0,15. Mit anderen Worten: Das Abklingen des Gleichstromgliedes läßt mit einem Blick erkennen, ob der $\cos\varphi_k$ des Stromkreises in den zulässigen Grenzen liegt.

Um über die Auswertungsgenauigkeit dieses Verfahrens ein Bild zu bekommen, wurde von verschiedenen Oszillogrammen der Verlauf der Zeitkonstanten des Gleichstromgliedes über die ganze Stromflußzeit ausgewertet (s. Abb. 1). Obwohl der Zeitabschnitt Δt nur zu 2 bzw. 1 Halbwelle gewählt wurde, liegen die erhaltenen Werte recht nahe bei dem Mittelwert, so daß man daraus folgern kann, daß es gleichgültig ist, ob man die Messung am Anfang oder in einem späteren Teil der Abklingkurve, ob man sie mit einem größeren oder kleineren Zeitabschnitt Δt durchführt.

Wir haben oben die Voraussetzung gemacht, daß für das Gleichstromglied und für den $\cos\varphi_k$ die gleichen Widerstände maßgebend seien. Genau genommen ist dem aber nicht so. Vielmehr klingt das Gleichstromglied nach Maßgabe des Gleichstromwiderstandes des Stromkreises ab, während für die Phasenverschiebung offensichtlich der 50periodige Wirkwiderstand ausschlaggebend ist. Es erhebt sich nun die Frage, ob zwischen diesen beiden Widerständen ein nennenswerter Unterschied besteht.



R zusätzliche Widerstände (Gleichstromwiderstand des Stromkreises R_{gl} = 5 mΩ)

Abb. 1. Änderung der Zeitkonstanten des Gleichstromgliedes. (Zur Bestimmung der Auswertungsgenauigkeit des Verfahrens 3).

Versucht man diese Frage für einen Generator allein aus den bekannten Werten für die Wechselstromverluste im Verhältnis zu den Gleichstromverlusten zu beantworten, so findet man, daß diese erheblich voneinander abweichen können. Beispielsweise beträgt bei einem 40 000 kVA-Turbogenerator das Verhältnis des aus den Wechselstromverlusten berechneten Wechselstromwiderstandes zum Gleichstromwiderstand

$$\frac{R_{50\sim}}{R_{gl}} = 3{,}3.$$

Hiernach würde man also sowohl mit Verfahren 1 als auch mit Verfahren 3 einen dreimal zu kleinen $\cos\varphi_k$ messen. Ganz so schlimm liegen aber die Verhältnisse doch nicht, denn erstens ist bei dem außerhalb des Generators liegengen Leitern das Verhältnis $R_{50\sim}/R_{gl}$ meist nicht so groß, zweitens werden bei der Messung der Wechselstromverluste die Verhältnisse nicht ganz wie beim richtigen Kurzschluß wiedergegeben. Bekanntlich mißt man die Wechselstromverluste einer Maschine so, daß man in den Ständer von außen den Nennstrom hineinschickt und sowohl die Spannung als auch die Leistungsaufnahme mißt. Hierbei müssen durch die fremde Stromquelle auch diejenigen Eisenteile magnetisiert werden, welche im Kurzschlußfalle ihre Magnetisierungsenergie aus dem Läufer und somit aus dem Antriebsmotor bzw. aus der kinetischen Energie entnehmen. Lediglich die sog. tertiären Felder, welche in den den Leitern naheliegenden massiven Eisenteilen entstehen, bewirken im Kurzschlußfall eine ohmsche Komponente des Kurzschlußstromes. Der für die Kurzschluß-Phasenverschiebung maßgebende Wert des Widerstandsverhältnisses $R_{50\sim}/R_{gl}$ wird also kleiner als der oben angegebene Wert 3,3, aber doch größer als 1 sein. Ein einfaches Meßverfahren, mit dessen Hilfe diese Aufteilung der Verluste vorgenommen werden kann, gibt es nicht. Sie ließe sich nur durch ziemlich umständliche Berechnungen für bestimmte Sonderfälle ausrechnen, in denen die Konstruktion des ganzen Generators bekannt sein muß.

Für den außerhalb des Generators liegenden Stromkreis liegen die Verhältnisse einfacher. Zunächst kann hier die Stromverdrängung im allgemeinen ganz vernachlässigt werden, da die Eindringtiefe bzw. die äquivalente Leitschicht für Kupfer und 50 Hz viel größer ist als die gebräuchlichen Leiterdicken[3]). Einen wesentlichen Anteil

[3]) W. Kaufmann, VDE-Fachberichte 1935. Loebner, Veröff. Nachrichtentechn. 3 (1933) S. 253.

an der ohmschen Stromkomponente haben noch alle in der Nähe oder um die Leiter liegenden Eisenteile, wie beispielsweise Ölschalterdeckel, welche einschließlich ihrer Kurzschlußwindungen die Verluste vergrößern und somit den Phasenwinkel verkleinern. Solche Stellen sind besonders durch ihre Erwärmung beim Nennstrom kenntlich. Alle diese einzelnen Verlustquellen können durch eine Leistungsmessung mit 50periodigem Strom erfaßt werden, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, daß die Zusatzverluste wegen der Eisensättigung stromabhängig sind, bei sehr großen Kurzschlußströmen daher immer weniger ins Gewicht fallen.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, daß der Wechselstrom-Wirkwiderstand für 50 Hz und somit auch der $\cos\varphi_k$ nicht genau meßbar sind. Der Unterschied vom Wechselstrom-Wirkwiderstand zum Gleichstromwiderstand wird nicht ganz unbeträchtlich sein, so daß er beim Vergleich verschiedener Meßverfahren nicht vernachlässigt werden kann.

Es soll nun die eingangs gestellte Frage beantwortet werden, welches der bisher bekannten Meßverfahren für die Kurzschluß-Phasenverschiebung brauchbar und zweckmäßig ist. Den theoretisch richtigen Wert für den $\cos\varphi_k$ würde das Verfahren 2 ergeben, jedoch scheidet dieses wegen der ihm anhaftenden Ungenauigkeiten aus. Begnügt man sich damit, den $\cos\varphi_k$ beruhend auf dem Gleichstromwiderstand zu messen und zum Vergleich verschiedener Versuche oder verschiedener Prüffelder heranzuziehen, so sind die Meßverfahren 1 und 3 zulässig; sie ergeben die gleichen Werte, da sie auf der gleichen Grundlage aufgebaut sind; die Genauigkeit des Meßergebnisses ist bei beiden Verfahren ausreichend; sie ergänzen sich auch insofern günstig, als das eine unabhängig vom Abschaltversuch, also vorher oder nachher durch eine Messung am Prüfstromkreis angewandt werden kann, während bei dem anderen das Oszillogramm des Abschaltversuches selbst benutzt wird. Schließlich sind die beiden Meßverfahren auch so einfach, daß man sie in jedem Prüffeld und auch gelegentlich bei Netzversuchen ohne allzu großen Aufwand anwenden kann.

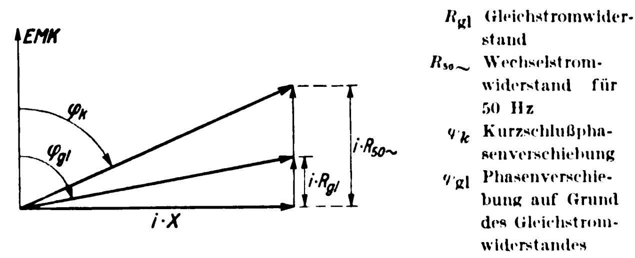


Abb. 2. Vektordiagramm der Kurzschlußphasenverschiebung.

Alle diese Vorteile sind so groß, daß es zweckmäßig erscheint, eine fiktive Kurzschluß-Phasenverschiebung φ_{gl} auf der Grundlage des G l e i c h s t r o m w i d e r s t a n d e s zu definieren (s. Abb. 2) und die Verfahren 1 und 3 als allein zulässige aufzunehmen. Das Verfahren 2 muß auf jeden Fall aus den vorgeschlagenen Vorschriften entfernt werden, da es neben seiner Ungenauigkeit auch keine mit den anderen beiden Verfahren vergleichbaren Werte ergibt.

Als zweite Frage liegt zur Beantwortung vor, ob für den $\cos\varphi_k$ die vorgeschlagene Grenze von 0,3 zweckmäßig ist und ob zusätzliche Widerstände im Stromkreis zwecks Einstellung dieser Kurzschluß-Phasenverschiebung zugelassen werden sollen. Hierfür ist die Frage wichtig, ob bei einem $\cos\varphi_k = 0{,}3$ bereits ein Einfluß des Widerstandes auf den Abschaltvorgang möglich ist. Diese Frage ist unbedingt zu bejahen. Der Grund für diesen Einfluß liegt weniger in einer Dämpfung des Schwingungsvorganges der wiederkehrenden Spannung. Nach genauen kathodenstrahloszillographischen Messungen ist vielmehr kein nennenswerter Unterschied in der Art der Schwingung und im Spannungsanstieg bei einem $\cos\varphi = 0{,}1$ und 0,3 feststellbar. Dagegen wird der Augenblickswert der wiederkehrenden Spannung durch das Zuschalten eines Widerstandes stärker verringert als es theoretisch zu erwarten war. Der Grund hierfür liegt darin, daß der Lichtbogenwiderstand meistens eine größere Phasenverschiebung hervorruft und daß dann die zusätzlichen Widerstände eine stärkere Verringerung des Augenblickswertes der wiederkehrenden Spannung zur Folge haben.

Es wurde unter genau den gleichen Verhältnissen folgender Rückgang dieses Augenblickswertes gemessen (Scheitelwert der ersten Halbwelle gleich 100 % gesetzt):

$\cos\varphi_k \approx 0{,}1$	$\cos\varphi_k \approx 0{,}3$
88,6 %	77 %
91 %	79,5 %

Daraus folgt also eindeutig, daß, wenn als Grenze ein $\cos\varphi_k = 0{,}3$ zugelassen wird, auch zusätzliche Widerstände in d e n Prüffeldern zugelassen werden müssen, in denen der $\cos\varphi$ kleiner als 0,3 ist.

Es ist schließlich nicht denkbar, daß in neuen Kurzschluß-Prüfanlagen der Wechselstrom-Wirkwiderstand des Prüfgenerators bzw. Transformators so groß ist, daß er 30 % der Reaktanz ausmacht. Es sollte daher, um eindeutige Verhältnisse in Prüffeldern zu erreichen, möglich sein, die Begrenzung des $\cos\varphi_k$ wieder auf 0,15 herabzusetzen, dies ganz besonders auch mit Rücksicht auf die oben geschilderte Tatsache, daß in Wirklichkeit nicht $\cos\varphi_k$, sondern $\cos\varphi_{gl}$ gemessen wird. Setzt man aber einmal die Grenze für den $\cos\varphi_k$ so niedrig fest, so ist es auch nicht nötig, die Prüffelder besonders aufeinander abzustimmen, da nun kleine Abweichungen, auch wenn sie auf den Cosinus bezogen prozentual viel ausmachen, für den Abschaltvorgang keine große Bedeutung mehr haben. Es kann also die Bestimmung mit aufgenommen werden, daß das zusätzliche Hineinnehmen von Widerständen verboten ist. Damit entfällt für die meisten Fälle jeder Streit um die Messung des $\cos\varphi_k$, und die Durchführung und Messung von Kurzschlußversuchen wird nicht unnötig erschwert.

Zusammenfassung.

Das wichtigste Ergebnis der Arbeit ist die Erkenntnis, daß die Kurzschlußphasenverschiebung für die Betriebsfrequenz nicht genau bestimmt werden kann. Es wird daher vorgeschlagen, den $\cos\varphi_k$ nur auf den Gleichstromwiderstand des Kurzschlußstromkreises zu beziehen und darauf auch die Meßverfahren abzustimmen. Bei der Fertigstellung der in Arbeit befindlichen Prüfvorschriften müssen daher folgende Punkte berücksichtigt werden:

1. D e f i n i t i o n : Die Kurzschluß-Phasenverschiebung im Sinne der Vorschriften zur Prüfung von Hochleistungsschaltern ist so zu definieren, daß nur der Gleichstromwiderstand des Stromkreises berücksichtigt wird.
2. M e s s u n g : Die so definierte Kurzschluß-Phasenverschiebung kann genau durch zwei Meßverfahren festgestellt werden:
   a) berechnet aus der Reaktanz X und dem Gleichstromwiderstand R_{gl} des Stromkreises, wobei X beispielsweise aus Kurzschlußstrom und wiederkehrender Spannung berechnet, R mittels Meßbrücke an den Polen des geöffneten Schalters gemessen werden kann;
   b) gemessen aus dem Oszillogramm, indem die Zeitkonstante des Gleichstromgliedes ermittelt wird.
3. B e g r e n z u n g : Bei Abschaltversuchen darf der $\cos\varphi_k$ nicht größer als 0,15 sein.
4. Z u s ä t z l i c h e W i d e r s t ä n d e : Das Einschalten von zusätzlichen Widerständen in den Stromkreis ist nicht gestattet.

Konstanthaltung und Symmetrierung von Drehstrom-Drei- und -Vierleiter-Spannungssystemen. Stromversorgung von Zählereichanlagen durch röhrengesteuerte Synchrongeneratoren.

Von Dipl.-Ing. **Rudolf Reese**, Berlin.

(Schluß von S. 1072.)

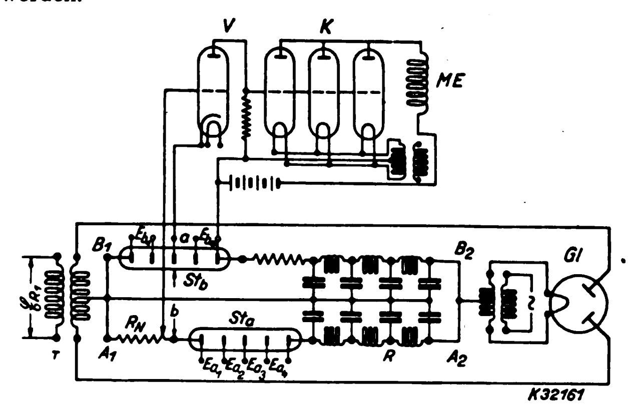
621. 316. 313. 072 : 621. 317. 385

Die Regler.

Obgleich zum restlosen Einhalten der durch das Gleichungssystem (8) festgelegten Arbeitsbedingungen streng genommen astatische Regler notwendig wären, sollen doch, in Anbetracht der grundsätzlichen Schwierigkeiten[5]), die diese bereiten, statische Regler verwendet werden, d. h. Regler, die den gewollten Endzustand bis auf gewisse Restbeträge aussteuern. Als hierfür maßgeblich kommt noch hinzu, daß diese Restbeträge auf beliebig kleine Werte herabgedrückt werden können, wenn, wie vorgesehen, die Regler als Elektronenröhrenregler ausgebildet werden. Durch entsprechende Verstärkeranordnungen sind auf den Sollwert bezogene Abweichungen von ± 0,5 ‰ und weniger bei allen Betriebsbedingungen mühelos einzuhalten. Damit werden derartige Regler in einem Maße astatisch, wie es von astatischen Reglern wohl theoretisch überschritten, doch praktisch nie erreicht wird. Trotzdem empfiehlt es sich für die folgenden Betrachtungen, nicht mehr vom Gleichungssystem (8) auszugehen, sondern die Arbeitsbedingungen gemäß Gleichungssystem (7) zugrunde zu legen. Denn die in diesem Falle als Abweichungen vom Sollwert aufzufassenden Größen $|\mathfrak{E}_{R_{1N}}| - |\mathfrak{E}_{R_1}|$, $\mathfrak{E}_{R_2}$ und $\mathfrak{E}_{R_3}$ sind zwar gering, für die Arbeitsweise der Regler jedoch, wie sich zeigen wird, entscheidend.

Der Regler für den **Mitgenerator** ist in Abb. 4 dargestellt. Der wichtigste Teil in dieser Röhrenschaltung ist das Bezugs- oder Vergleichsspannungsnormal. Es wird, abweichend von anderen Anordnungen, von sogenannten Glimmteilerstrecken[6]) gebildet. Glimmteiler sind mit verdünnten Gasen gefüllte mehrstreckige Gasentladungsröhren. Unter bestimmten, durch die Art der Herstellung der Röhren gegebenen Voraussetzungen haben die Glimmteiler die Eigenschaft, daß der Spannungsabfall an derartigen Entladungsstrecken praktisch unabhängig ist von dem Strom, der durch sie hindurchfließt und vollkommen konstant ist, wenn keine oder nur wenige Stromschwankungen auftreten. Diese Erscheinung wird für den Regler in der Weise nutzbar gemacht, daß in einer Art Kompensationsschaltung der Spannungsabfall an einer oder mehreren derartigen Strecken gegen die zu überwachende und zuvor gleichgerichtete Spannung $\mathfrak{E}_{R_1}$ oder einen ihr proportionalen Betrag geschaltet wird. Die daher bei Abweichungen vom Sollwert zu beobachtende Spannungsdifferenz wird dem Eingangsgitter einer Röhrenverstärkeranordnung zugeführt, so daß deren Endröhren den Erregerstrom des Mitgenerators entspechend steuern.

Die Einzelheiten der Anordnung sind aus Abb. 4 zu ersehen. Die zu überwachende Spannung $\mathfrak{E}_{R_1}$ wird zunächst durch einen Transformator auf die für die Schaltung notwendige Höhe heraufgesetzt und anschließend durch einen Gleichrichter in Gleichspannung umgeformt. An diese Spannung sind zwei Stromzweige A_1—A_2 und B_1—B_2 angeschlossen, die aus gleichen Elementen bestehen, einem mehrstreckigen Glimmteiler, einem Normalwiderstand R_N und einer Drosselkette zur Beseitigung der Oberwelligkeit. Sind dann, wie dargestellt, in den beiden Zweigen Normalwiderstand und Glimmteiler gegeneinander versetzt, so ist die zwischen den beiden Punkten a und b zu beobachtende Potentialdifferenz proportional der jeweiligen Differenz zwischen der zu überwachenden Spannung und ihrem vorgegebenen Betrag. Sie kann bei entsprechender Bemessung der Anordnung (Streckenzahl) unter Umständen ein Vielfaches der tatsächlichen Spannungsdifferenz betragen. Dieses Ergebnis ist in der Hauptsache darauf zurückzuführen, daß die Spannungsschwankungen durch die Glimmteiler auf die Widerstände R und R_N zusammengedrängt werden.



T Transformator *Gl* Gleichrichter *Sta, Stb* Glimmteiler
V Vorverstärker *K* Kraftverstärker *ME* Mitmaschinen-Erregung

Abb. 4. Regler für den Mitgenerator.

In diesem Zusammenhang muß auf eine wesentliche Maßnahme hingewiesen werden. Um die Anordnung temperaturunabhängig zu machen, ist es offensichtlich erforderlich, R_N und R aus Werkstoff mit gleichem Temperaturkoeffizienten herzustellen. Andernfalls können, wie leicht ersichtlich ist, Temperaturänderungen Potentialdifferenzen hervorrufen, die tatsächlich nicht vorhandene Spannungsabweichungen vortäuschen.

Der eigentliche Röhrenregler ist ein Widerstandsverstärker bekannter Art. Reicht der mit einer Vorverstärkerröhre erzielbare Verstärkungsgrad nicht aus, so sind entsprechend mehr Röhren in Kaskade zu schalten. Stets läßt sich aber die Anordnung so treffen, daß die Glimmteiler nicht nur die Spannungsdifferenz bilden, sondern gleichzeitig auch die notwendigen Gitter- und Anodenspannungen liefern. Nötigenfalls sind Glimmteiler zu verwenden, die mehr Strecken aufweisen als an sich für die Bildung der Spannungsdifferenz erforderlich sind. Der Glimmteiler *Sta* sollte jedoch nach Möglichkeit nicht als Anodenbatterie verwendet werden. Denn die Spannungen der Glimmstrecken sind zwar praktisch von Strombelastungen unabhängig, aber doch nicht vollständig. Anodenstromschwankungen in diesem Zweige können daher, wie leicht ersichtlich, zu Fehlern führen. Die Anordnung stellt auch die negative Vorspannung für das Eingangsgitter zur Verfügung. Hierzu ist nur notwendig, den Gitterabgriff des Eingangsrohres von b fortzunehmen und ihn (vgl. Abb. 4) nach Bedarf auf den Widerstand nach links zu verschieben. Diese Maßnahme beeinflußt die Gesetzmäßigkeiten[7]) zwar nicht grundsätzlich, aber doch insofern, als das Verhältnis R/R_N sich ändert und damit als Zusatzglied die geforderte negative Gittervorspannung erscheint.

Es würde zu weit führen, hier nun noch die Beziehungen abzuleiten, die zwischen den verschiedenen Gitter- und

[5]) W. Stäblein: Die Technik der Fernwirkanlagen; München und Berlin: R. Oldenbourg 1934.

[6]) ETZ 56 (1935) H. 10, S. 299.

[7]) Die ausführlichen Ableitungen enthält ein erweiterter Sonderdruck dieses Aufsatzes.



Anodenspannungen der einzelnen Röhre gelten, und weiterhin anzugeben, wie demgemäß der Verstärker zu bemessen ist, damit die Gesamtanordnung den erforderlichen Verstärkungsgrad aufweist. Diesbezüglich muß auf die entsprechende Literatur, insbesondere über Verstärkertechnik[8]) verwiesen werden. Der Regler ist jedenfalls so zu bemessen, daß in der gegebenen Gleichgewichtsbedingung

$$i_{m_1} = c\,(|\mathfrak{E}_{R_{1N}}| - \mathfrak{E}_{R_1})$$

die durch den Regler gegebene Konstante c von solchem Betrage ist, daß die nach Abb. 5 sich einstellenden Abweichungen vom Sollzustand (gestrichelte Spannungsvektoren) bei allen Belastungen innerhalb des vorgesehenen Sollwertes von 0,5 ‰ und weniger bleiben.

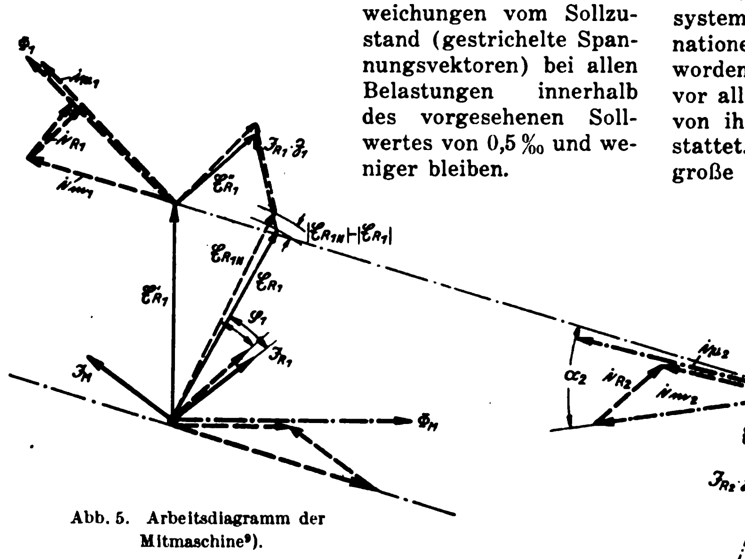


Abb. 5. Arbeitsdiagramm der Mitmaschine[9]).

Abb. 6. Arbeitsdiagramm der Gegenmaschine.

Die Regler für die Erregung von Gegen- und Nullgenerator gleichen sich in Aufbau und Wirkungsweise. Es genügt daher, einen von ihnen zu betrachten. Die notwendige Arbeitsweise ist aus dem Diagramm Abb. 6 (vgl. auch Abb. 3) abzuleiten. Grundsätzlich sind die in diesem Falle aus zwei Wicklungen resultierenden Erregerstromwindungen so zu steuern, daß die demgemäß induzierte Spannung $\mathfrak{E}''_{R_2}$ die andernfalls auftretenden Gegenspannungen bis auf kleine phasengleiche Restspannungen $\mathfrak{E}_{R_{2N}}$ kompensiert. Damit erweist sich zunächst, daß diese an den Verbraucherklemmen erscheinenden Restspannungen allein nicht geeignet sind, Größe und Phase der Erregungsstromwindungen zu bestimmen. Denn es ist auch zu beachten, daß nicht das ihnen proportionale i_{μ_2} zu steuern ist, sondern i_{m_2}. Notwendig ist vielmehr eine Steuerspannung $\mathfrak{E}_{R_{2m}}$, die die geometrische Ergänzung von $\mathfrak{E}_{R_{2N}}$ durch eine stromabhängige Spannung $\mathfrak{J}_{R_2}\,j\,x$ darstellt, wobei x so bestimmt sein muß, daß das von $\mathfrak{E}_{R_{2N}}, \mathfrak{E}_{R_{2m}}$ und $\mathfrak{J}_{R_2}\,j\,x$ gebildete Dreieck (vgl. Abb. 6) verhältnisgleich, also ähnlich dem AW.-Dreieck i_{μ_2}, i_{R_2} und i_{m_2} ist.

Um weiterhin die notwendige, durch α_2 gekennzeichnete Winkellage zwischen Erregerstromwindungen und der Läufernormale zu erreichen, ist die Steuerspannung $\mathfrak{E}_{R_{2m}}$ in Komponenten $\mathfrak{E}_{R_{2m}} \cos \alpha_2$ und $\mathfrak{E}_{R_{2m}} \sin \alpha_2$ zu spalten. Das geschieht am zweckmäßigsten durch eine Art Leistungsmessung unter Zuhilfenahme von zwei konstanten Hilfs- oder Bezugsspannungen, von denen die eine mit der dargestellten Läufernormale (vgl. auch Abb. 3) zusammenfällt und die andere hierzu senkrecht steht. Führt man die so gebildeten Komponenten der Steuerspannung Reglern zu, die in die zwei um 90° versetzten Erregerwicklungen eingeschaltet sind, so ist damit das Problem dieser Regler grundsätzlich gelöst.

[8]) Barkhausen, Heinrich: Elektronenröhren, Bd. 2, Leipzig: S. Hirzel 1933.

[9]) Zu dem Diagramm Abb. 3 auf S. 1071 im vorigen Heft ist zu berichtigen, daß die Richtung von i_{m_1} durch den Vektor i_{m_M} bestimmt ist. Demgemäß muß es in der ersten Textzeile unter Abb. 3 statt i_{M_1} richtig heißen: i_{m_M}.

Der Regler muß demnach, wie sich gezeigt hat, aus folgenden drei wesentlichen Elementen bestehen: 1. aus einem sogenannten Drehfeldscheider, d. h. einer Anordnung von Widerständen, mit denen die Restspannung einschließlich der stromabhängigen Ergänzungsspannung an den Verbraucherklemmen erfaßt wird, 2. aus Leistungsmeßgeräten, durch welche die sich durch 1. ergebenden Steuerspannungen in zwei Komponenten aufgeteilt werden, und 3. aus zwei in die Erregerwicklungen eingeschalteten Verstärkern, denen die Steuerspannungskomponenten oder ihnen proportionale Beträge zugeführt werden.

Für die Bestimmung der Komponenten des Gegensystems sind die verschiedenartigsten Widerstandskombinationen denkbar. Abweichend von den bereits bekannt gewordenen erscheint die in Abb. 7 a angegebene Anordnung vor allem deshalb als die geeignetste, weil sie, abgesehen von ihrer Einfachheit, ohne Wandler auszukommen gestattet. Legt man hiernach zwischen R und S zwei gleichgroße Widerstände R_1 in Reihe und zwischen S und T in der angegebenen Folge einen Kondensator C und einen weiteren Widerstand R, so ist die zwischen den Punkten a und b zu beobachtende Spannung proportional und phasengleich der Gegenspannung $\mathfrak{E}_{R_2}$ (vgl. auch Diagramm Abb. 7 b).

Wird demnach die angegebene Schaltung an den Verbraucherklemmen angesetzt, so gilt für die hier zu beobachtende Restgegenspannung

$$e_{ab} = \frac{3}{2}\,\mathfrak{E}_{R_{2N}}.$$

Die weiterhin notwendige vektorielle Ergänzung dieser Restspannung durch einen in diesem Falle vom Gegenstromsystem abhängigen Spannungsbeitrag gemäß Abb. 6 ist durch die Schaltung nach Abb. 8 gegeben. Hiernach ist, im Gegensatz zu Abb. 7 a, die Widerstandskombination nicht mehr unmittelbar an die Leitungen angeschlossen, sondern dazwischen sind die Sekundärwicklungen von drei Wandlern geschaltet, die die notwendige Gegeninduktivität M_2 aufweisen. Außerdem wird nunmehr angenommen, daß in dem Meßzweig a—b ein den Betriebsbedingungen entsprechender Transformator mit dem Widerstandswert $\mathfrak{Z}_0$ liegt. Damit wird aber eine andere Bemessung der Widerstandskombination notwendig.

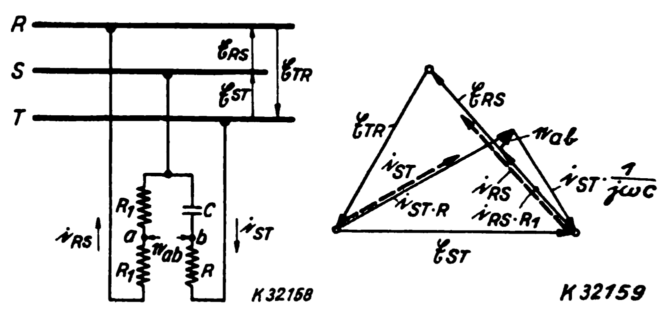


Abb. 7 a. Erfassung der Gegenspannungskomponenten.

Abb. 7 b. Arbeitsweise der Schaltung 7 a.

Einfacher noch als die Messung der Gegensteuerspannung ist die der Nullsteuerspannung. Hierfür genügen drei gleich große, nach Abb. 9 an die Sekundärwicklungen der Wandler anzuschließende und zu einem künstlichen Nullpunkt zu verbindende Widerstände und ein im Meßzweig a—b eingeschalteter Transformator mit dem Widerstand $\mathfrak{Z}_0$. Soll die Spannung e_{ab} am Meßzweig, wie vorgesehen, zu Steuerung benutzt werden, so müssen die Widerstände 3

und $\mathfrak{I}_0$ winkelgleich sein. Die dann noch zu beobachtende Größenabweichung zwischen $\mathfrak{E}_{R0m}$ und e_{ab} ist für die Steuerung ohne Belang, nötigenfalls kann sie durch den Transformator $\mathfrak{I}_0$ verbessert werden.

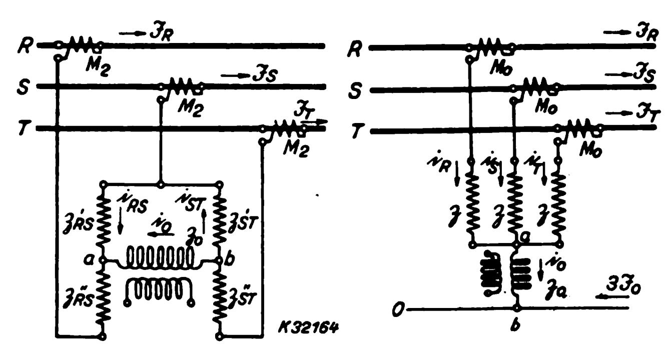


Abb. 8. Erfassung des Gegenspannungssystems mit Berücksichtigung des Gegenstromsystems.

Abb. 9. Erfassung des Nullspannungssystems mit Berücksichtigung des Nullstromsystems.

Die weiterhin gemäß

$$\mathfrak{i}_m = i_m (\cos a + j \sin a)$$

notwendige Aufspaltung der Steuerspannungen in je eine Kosinus- und Sinuskomponente ist nur mit geeigneten Bezugsspannungen durchführbar und führt daher zwangsläufig zu Leistungsmessungen entsprechend

$$\mathfrak{i}_m = c \left[\mathfrak{E}'_{R_z} | |\mathfrak{E}_{R_m}| \cos a + j\, \mathfrak{E}''_{R_z} | |\mathfrak{E}_{R_m}| \sin a \right], \qquad (9$$

worin j ebenso wie oben als die räumliche Versetzung der beiden Erregerwicklungen um 90° zu denken ist. $\mathfrak{E}'_{R_z}$ und $\mathfrak{E}''_{R_z}$ sind die beiden Bezugsspannungen, von denen voraussetzungsgemäß die eine, $\mathfrak{E}'_{R_z}$, der festgelegten Läufernormalen um 90° und die andere um weitere 90° nacheilt (vgl. Abb. 6). Diese beiden Bezugsspannungen, die natürlich im Effektivwert übereinstimmen müssen, im übrigen aber nicht unbedingt konstant zu sein brauchen, sind nicht ohne weiteres verfügbar. Sie können jedoch auf verschiedene Art leicht gewonnen werden, so z. B. durch ein ähnliches Verfahren, wie es bei den Steuerspannungen angewendet wurde, d. h. dadurch, daß geeignete Komponenten der am Motor liegenden Eingangsspannungen (s. Abb. 3) mit entsprechenden, vom Motorstrom abhängigen Spannungen geometrisch zusammengesetzt werden. Ein anderer Weg besteht darin, einen kleinen Zweiphasen-Meßgenerator zu verwenden und ihn mit den übrigen Läufern starr zu kuppeln.

Nach Gl. (9) sind für jeden Generator zwei Leistungsmesser erforderlich. Induktions-, dynamometrische oder ähnliche massebehaftete Leistungsmesser, an deren Verwendung zunächst gedacht werden könnte, scheiden wegen ihrer Trägheit und ihrer zu geringen Empfindlichkeit aus. Trägheitslos und daher für den vorliegenden Zweck geeignet ist ein aus Verstärkerröhren gebildetes Gerät, bei dem Eigenschaften der Elektronenröhren benutzt werden, die zu einer der Leistung proportionalen Wirkung führen.

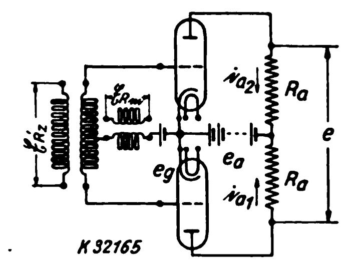
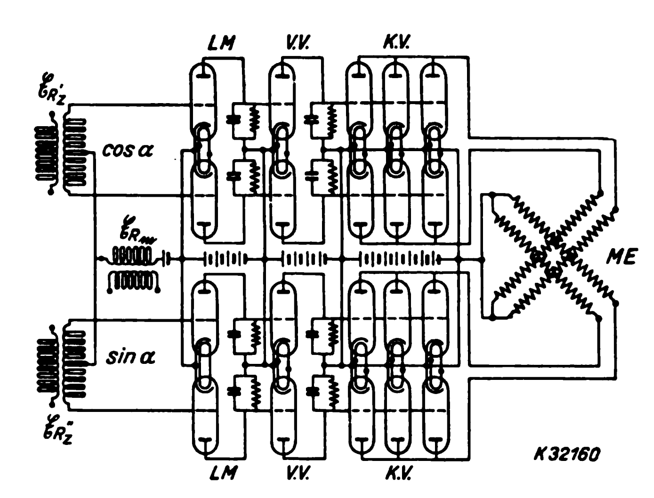


Abb. 10. Elektronenröhren-Anordnung zur Erzeugung einer Steuerwirkung gemäß den nach Abb. 8 und 9 erfaßten Größen.

Überlagert man in einer Gegentaktschaltung, wie sie Abb. 10 darstellt, der als Gleichspannung gedachten Steuerspannung e_{st} zwei um den Winkel φ verschobene Wechselspannungen mit der Maßgabe, daß in den beiden Gitterkreisen die eine Wechselspannung gleich- und die andere entgegengesetzt gerichtet ist, so ist die Differenz der an den Anodenkreis-Widerständen auftretenden Spannungsabfälle — Spannung e — proportional der Wechselstrom-Wirkleistung.

Dem Aufbauschema des Reglers (Abb. 11) entsprechend bleibt der Grundsatz der Gegentaktschaltung nicht nur auf die Leistungsmeßröhren beschränkt, sondern wird auch auf die Anordnung der Kraftverstärkerröhren und die möglicherweise notwendigen Zwischenverstärkerröhren angewendet. Die Voraussetzung hierfür ist allerdings, daß jede der beiden um 90° versetzten Erregerwicklungen nochmals unterteilt ist, was jedoch fast stets der Fall ist, denn es ergibt sich regelmäßig ganz zwangsläufig aus der üblichen Art der Ausführung der Erregerwicklungen. Werden dann die Hälften der Erregerwicklungen gegenläufig geschaltet, so wird die Differenz der Anodenströme nicht unmittelbar, sondern mittelbar durch die Differenz der



LM Leistungsmeßröhren (Abb. 10) *KV* Kraftverstärker
VV Vorverstärker *ME* Erregerwicklungen

Abb. 11. Regler für den Gegen- bzw. Nullgenerator.

Stromwindungen der Wicklungshälfte wirksam. Anodengrundströme können dann, die ohnedies notwendige Symmetrie der Röhrenanordnungen vorausgesetzt, in der Generatorerregung nicht in Erscheinung treten. Diese Ausführung hat weiterhin noch den Vorteil, daß, wie dargestellt, Gitter- und Anodenspannungsquellen in einem Zuge liegen. Außerdem können bei entsprechender Bemessung die an den Anodenkreiswiderständen der vier Meß- und Vorverstärkerröhren auftretenden und unter sich übereinstimmenden Gleichspannungsabfälle als negative Vorspannungen für die jeweils folgenden Röhren dienen.

Nachdem nunmehr sämtliche Teile der Einrichtung zur Konstanthaltung und Symmetrierung behandelt worden sind, dürfte das Verständnis für das Zusammenwirken dieser Teile in der in Abb. 12 schematisch dargestellten Gesamtanordnung keine Schwierigkeiten bereiten. Es kann daher sicherlich davon abgesehen werden, hier noch auf gewisse Einzelheiten der Abb. 12 einzugehen. Erwähnenswert bleibt allenfalls, daß die Regler für Gegen- und Nullgenerator im Aufbau vollständig übereinstimmen und in der Wirkungsweise nur insofern voneinander abweichen, als dem Eingangsgitter in einem Falle die aus der Widerstandsanordnung nach Abb. 9 hervorgehende Nullsteuerspannung $\mathfrak{E}_{R0m}$ und im anderen Falle die nach Abb. 8 sich ergebende Gegensteuerspannung $\mathfrak{E}_{R0m}$ zuzuführen ist. Die um 90° verschobenen Bezugsspannungen $\mathfrak{E}'_{R_z}$ und $\mathfrak{E}''_{R_z}$, mit deren Hilfe die Aufspaltung der Steuerspannungen in je eine Kosinus- und Sinuskomponente durchgeführt wird,

sind selbstverständlich in beiden Fällen die gleichen. Schließlich ist noch besonders interessant, wie die freien Strecken der beiden zur Spannungskompensationsschaltung benutzten Glimmteiler als Spannungsquellen für die sämtlichen Gitter- und Anodenspannungen der verschiedenen Röhren benutzt werden. Davon ausgenommen ist selbstverständlich die Speisung der Anodenkreise für die Kraftverstärkerröhren. In Anbetracht der erforderlichen verhältnismäßig großen Leistung ist hierfür ein besonderer Gleichstromgenerator vorgesehen.

Abb. 12. Gesamtanordnung.

Schlußbetrachtung und Beispiel einer Nutzanwendung.

Nur oberflächliche Betrachtungen der Zusammenhänge zwischen Symmetrie und Konstanz einerseits und Drehstrom-Leistungsmessungen anderseits können zu dem Ergebnis führen, die Symmetrie der Spannungen für weniger wichtig anzusehen als ihre Konstanz. Tatsächlich kommt man zu der gegenteiligen Auffassung, wenn man die Möglichkeiten in Betracht zieht und ausschöpft, die sich aus der Voraussetzung der Symmetrie auf Grund der Theorie von der Zerlegung unsymmetrischer Systeme in symmetrische Komponenten ergeben. Im Grunde sind es erst diese Möglichkeiten, die den in jedem Fall relativ großen Aufwand an Maschinen und Geräten für die Konstanthaltung eigentlich rechtfertigen. Dabei wird in diesem Zusammenhang weniger an solche Messungen gedacht, die ohnedies Spannungssymmetrie zur Voraussetzung haben, als vielmehr an solche, bei denen diese Bedingung an sich nicht zu erfüllen ist. So läßt sich beispielsweise, wie hier gezeigt werden soll, die Eichung von normalen Drehstrom-Drei- und -Vierleiterzählern überaus einfach durchführen, wenn die Spannungen den Symmetriebedingungen genügen.

Es läßt sich nämlich leicht nachweisen[10]), daß entsprechend der Zerlegung von Strom- und Spannungssystem auch die Drehstromleistung — Wirk- oder Blind- und Scheinleistung — als die Summe von Mitleistung, Gegenleistung und Nulleistung anzusehen ist, derart also, daß für die Wirkleistung

$$L_w = L_{w_1} + L_{w_2} + L_{w_0}$$

gesetzt werden kann, wo

$$L_{w_1} = \mathfrak{E}_{R_1}\mathfrak{J}_{R_1} + \mathfrak{E}_{S_1}\mathfrak{J}_{S_1} + \mathfrak{E}_{T_1}\mathfrak{J}_{T_1}$$
$$L_{w_2} = \mathfrak{E}_{R_2}\mathfrak{J}_{R_2} + \mathfrak{E}_{S_2}\mathfrak{J}_{S_2} + \mathfrak{E}_{T_2}\mathfrak{J}_{T_2}$$
$$L_{w_0} = \mathfrak{E}_{R_0}\mathfrak{J}_{R_0} + \mathfrak{E}_{S_0}\mathfrak{J}_{S_0} + \mathfrak{E}_{T_0}\mathfrak{J}_{T_0}$$

ist, so daß auf Grund der Symmetrie auch gelten muß

$$L_w = 3\,(\mathfrak{E}_{R_1}\mathfrak{J}_{R_1} + \mathfrak{E}_{R_2}\mathfrak{J}_{R_2} + \mathfrak{E}_{R_0}\mathfrak{J}_{R_0}).$$

Hieraus folgt die in diesem Zusammenhange wesentliche Feststellung, daß, wenn das Spannungssystem **keine Null- und Gegenspannungen** aufweist, **auch keine Null- und Gegenleistung** auf-

10) Oberdorfer, wie Fußnote 3.

treten können. Dementsprechend muß sich, da im vorliegenden Fall der Zustand der Spannungssymmetrie erzwungenermaßen aufrecht erhalten wird, die Gesamtleistung jeder beliebigen Drehstrombelastung, ganz gleich ob symmetrisch oder unsymmetrisch, ein- oder zweiphasig gegen Null, einoder zweiseitig verkettet, auf eine Einphasenleistung zurückführen lassen, und ihre Messung muß als einwandfrei gelten, wenn es gelingt, aus der jeweiligen Strombelastung die beispielsweise der Spannung $\mathfrak{E}_{R_1}$ zugeordnete Strom-Mitkomponente $\mathfrak{J}_{R_1}$ herauszusieben. Diese Aufgabe löst die in Abb. 13 dargestellte Schaltung, aus der abgeleitet werden kann:

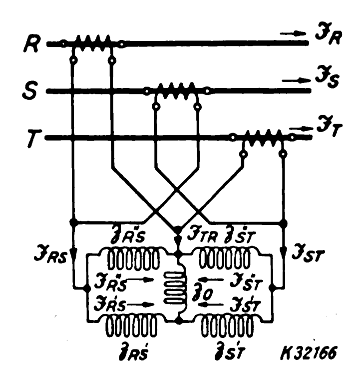


Abb. 13. Erfassung der Strom-Mitkomponente.

$$\mathfrak{J}_{R_1} = \frac{1}{3}\left[\mathfrak{J}_{RS} + \mathfrak{J}_{ST}\, e^{j\pi/3}\right].$$

Zusammenfassend zeigt sich also, daß die konsequente Durchführung der Idee, die Spannungen gleichzeitig konstant und symmetrisch zu halten, zu einer Einrichtung führt, die den sonst für die Eichung von Zählern verwendeten Geräten (Stoppuhren, Leistungsmessern) gleichwertig ist, wenn man berücksichtigt, daß die Röhrenregler gestatten, praktisch jede Grenzbedingung einzuhalten. Dabei wäre es nur ein geringer Vorzug, daß durch sie, wie es sich gezeigt hat, ein oder zwei Leistungsmesser bei der Eichung von Drehstromzählern gewissermaßen ersetzt und überflüssig werden. Wesentlich ist vielmehr, wieviel einfacher, müheloser nud schneller sich nunmehr die Eichung dieser Zähler durchführen läßt. Mit dieser Einrichtung wird auch das Problem der Gleichlasteichung von Drehstromzählern mit Eichzählern auf sehr interessante Weise gelöst.

Zusammenfassung.

Unsymmetrische Dreiphasen-Spannungssysteme werden in drei symmetrische (Mit-, Gegen- und Nullsystem) aufgeteilt. Entsprechend den so gebildeten symmetrischen Komponenten werden durch Meßanordnungen Steuerspannungen erzeugt, die Elektronenröhrenreglern zugeführt werden. Die dermaßen erzielten Steuerwirkungen entsprechen nach Größe und Richtung den Abweichungen vom Sollzustand des überwachten Netzes. Mit ihnen wird die Erregung von Zusatzgeneratoren gesteuert, die entsprechende Kompensationsspannungen ins Netz liefern. Die Einrichtung hält sowohl die Phasen- als auch die verketteten Spannungen eines Drehstrom-Drei- und -Vierleitersystems konstant und symmetrisch. Sie arbeitet mit einer Regelgenauigkeit von ± 0,5 ‰ bei einer Regelzeit von 0,2 s.

Gleichstrom-Kraftübertragung mit gleichbleibender Stromstärke.

621. 315. 024 : 621. 314. 57

Einen neuen Vorschlag für eine Gleichstrom-Kraftübertragung mit gleichbleibender Stromstärke haben Willis, Bedford und Elder auf der Wintertagung des Amer. Inst. of Electr. Engrs. im Januar dieses Jahres vorgelegt[1]). Kennzeichnend für die vorgeschlagene Art der Kraftübertragung, die auch schon in einem Großversuch erprobt und eingehend untersucht worden ist, sind zwei Netzglieder an beiden Enden der eigentlichen Gleichstrom-Übertragungsleitung, die weiterhin als „Umwandler" (monocyclic network) bezeichnet werden sollen und die Aufgabe haben, am Leitungsanfang vor dem Gleichrichter die gleichbleibende Wechselspannung des speisenden Drehstromnetzes in Drehstrom von gleichbleibender Stromstärke zu verwandeln und umgekehrt am Ende der Leitung wieder aus dem vom Wechselrichter abgegebenen Drehstrom von gleichbleibender Stromstärke für das Abnehmernetz Drehstrom von gleichbleibender Spannung zu machen. Die gesamte Übertragungsanlage setzt sich also aus den in Abb. 1 enthaltenen Dreh- und Gleichstromnetzteilen zusammen. Die Umwandler bestehen aus einer Sechseckschaltung von Kapazitäten und Induktivitäten mit drei Anschlüssen an das Netz mit der gleichbleibenden Spannung und drei Anschlüssen an das Netz mit der gleichbleibenden Stromstärke. Sie sind bereits vor 45 Jahren von Bouchérot angegeben und besonders von Steinmetz[2]) eingehend behandelt worden. Wie aus Abb. 1 zu ersehen ist, folgen an dem Umwandler für den Gleichrichter dessen Anschlüsse in umgekehrter Reihenfolge aufeinander wie die Anschlüsse des Wechselrichters an seinem Umwandler. Das ist durch die verschiedenen Arbeitsbedingungen der beiden Stromrichter bedingt. Der Phasenverschiebungswinkel ist auf den beiden Seiten eines Umwandlers gleich groß, jedoch auf der einen Seite vor- und auf der anderen nacheilend. Diese Tatsache ist von Bedeutung für den Betrieb des Wechselrichters, weil durch den Umwandler zwischen Wechselrichter und Drehstromnetz der fast immer nacheilende Strom des Abnehmernetzes für den Wechselrichter in einen voreilenden Strom umgewandelt wird. Eine voreilende Belastung von gleichbleibender Stromstärke gibt aber besonders günstige und einfache Betriebsbedingungen für einen Wechselrichter. Der Wirkungsgrad der Umwandler hängt vom Leistungsfaktor ab. Die Größe ihrer Kondensatoren nimmt sehr stark zu, wenn die nacheilende Belastung im Abnehmernetz einen schlechten Leistungsfaktor hat.

In einer Versuchs-Übertragungsanlage für 150 kW Leistung bei 15 kV Gleichspannung sind die Eigenschaften und Betriebsbedingungen der Umwandler zusammen mit den Stromrichtern untersucht worden. Dabei hat sich ein sehr günstiges Verhalten gegenüber plötzlichen Zustands- und

a speisendes Drehstromnetz
b Drehstrom-Leistungsschalter
c Umwandler (gleichbleibende Spannung in gleichbleibende Stromstärke)
d Gleichrichter
e Drosselspulen
f Gleichstrom-Hochspannungsleitung
g Wechselrichter
h Umwandler (gleichbleibende Stromstärke in gleichbleibende Spannung)
i Abnehmer-Drehstromnetz

Abb. 1. Gleichstrom-Kraftübertragung mit gleichbleibender Stromstärke, grundsätzliches Schaltbild.

[1]) Electr. Engng. 54 (1935) S. 102, 327, 447, 882; Gen. Electr. Rev. 38 (1935) S. 105.
[2]) Steinmetz, Theory and calculation of electrical apparatus, 1. Auflage (1917).



Belastungsänderungen ergeben, bei denen weder Überströme noch Überspannungen entstehen. Günstig wirken hierbei die verhältnismäßig großen Eigenzeiten der Umwandler. Auch vorübergehende Fehler in den Stromrichtern selbst (wie z. B. Rückzündungen) rufen keine Unterbrechung in der Kraftübertragung hervor. Bei Kurzschluß auf der Gleichstromleitung beträgt der Kurzschlußstrom nur etwa 10 % des Vollaststromes der Leitung, was als ein ganz besonderer Vorteil der Übertragung mit gleichbleibendem Strom angesehen wird. Durch diese Eigenart der Übertragungsanlage kann z. B. ein Kurzschluß auf der Gleichstromleitung mit einem gewöhnlichen kleinen Drehschalter oder einer Niederspannungssicherung eingeleitet bzw. ohne jegliche Lichtbogenbildung einwandfrei unterbrochen werden. Bei der Inbetriebsetzung der Kraftübertragung wird hiervon insofern Gebrauch gemacht, als zuerst ein Kurzschluß durch ein Gleichrichterrohr eingeleitet wird, auf den der Wechselrichter am Leitungsende zunächst als Gleichrichter arbeitet. Dadurch wird der Gleichrichter am Leitungsanfang zur Stromabgabe gezwungen, und wenn dieser Strom den Kurzschlußstrom des Wechselrichters überschreitet, sperrt das Gleichrichterrohr selbsttätig. Bei den Versuchen ist auch die Oberwellenfrage untersucht und dabei gefunden worden, daß der Oberwellengehalt nicht größer als bei einem Sechsphasen-Gleichrichter ist, wenn auch die Wellenform durch den zwischengeschalteten Umwandler ganz anders aussieht. Die Verluste für jeden Umwandler werden zu 1 % angegeben. Ferner wird noch auf die große Stabilität der Übertragung und die leichte Umkehrbarkeit des Leistungsflusses bei dieser Übertragungsart hingewiesen.

Über diese Vorschläge für eine Gleichstrom-Kraftübertragung mit gleichbleibender Stromstärke fand eine eingehende Aussprache statt, in der das Für und Wider von verschiedenen Gesichtspunkten aus behandelt worden ist. Es wurde immer wieder ausdrücklich hervorgehoben, daß mit den Einwänden nichts gegen die vorgeschlagene technische Lösungsmöglichkeit an sich gesagt werden soll. Gegen den Vorschlag sind technische und wirtschaftliche Gründe vorgebracht worden. Einige grundsätzliche Fragen der Gleichstrom-Kraftübertragung bedürften noch eingehender Untersuchung, so z. B. das Gewitterverhalten solcher Leitungen, die Isolatorenfrage, besonders die Ableitung bei Nebel und Verschmutzung, die durch Gleichstrom begünstigt wird, und die Koronafrage. Gegen die Übertragung mit gleichbleibender Stromstärke statt mit gleichbleibender Spannung wird eingewendet, daß gerade bei großen Belastungen die Übertragungsspannung ansteigen muß, was sich insbesondere bei Kabeln ungünstig auswirken könne. Das als besonderer Vorteil angesehene Verhalten einer solchen Übertragungsanlage bei Kurzschluß auf der Leitung wird als weniger bedeutsam hingestellt, weil Freileitungen heute so gewittersicher gebaut werden können, daß die hauptsächliche Ursache für Kurzschlüsse entfällt. Außerdem stelle auch bei dieser Übertragungsart ein Kurzschluß zum mindesten eine Betriebsunterbrechung dar, wenn auch durch die geringere Kurzschlußstromstärke keine großen Schäden verursacht werden. Auch die behauptete einfache Umkehrbarkeit des Leistungsflusses sei nicht ohne weiteres gegeben, weil die Umwandler an den Leitungsenden verschieden geschaltet sowie auch ihre Kapazitäten und Induktivitäten verschieden groß sind. Außerdem werde nur in ganz wenigen Ausnahmefällen bei solchen Kraftübertragungen eine Umkehr des Leistungsflusses überhaupt gefordert. Auch das Verhalten von Erd- und Kurzschlußlichtbogen bei den verschiedenen Belastungszuständen der Leitung sei noch keineswegs geklärt. Als besonders großer Nachteil der Übertragung mit gleichbleibender Stromstärke werden die unabhängig von der jeweiligen Belastung gleichbleibenden Leitungsverluste angesehen, die einen guten Wirkungsgrad der Leitung nur bei Vollast ergeben.

Gegen die vorgeschlagenen Umwandler werden Bedenken geltend gemacht, ob nicht doch die Kapazitäten bei plötzlichen Belastungsänderungen oder bei Leitungsbruch durch Überspannungen gefährdet sind. Mindestens seien gegen solche Gefahren besondere Schutzmaßnahmen und -einrichtungen erforderlich. Ferner sei vor allem noch zu klären, ob solche Umwandler auch in vermaschten Netzen zusammen mit anderen Umwandlern einwandfrei arbeiten können, da doch jeder Umwandler seine Leitung auf gleichbleibenden Strom einregelt. Nicht zu unterschätzen sei ferner die Oberwellenfrage, die besonders für das vom Wechselrichter gespeiste Abnehmer-Drehstromnetz wichtig ist.

Bezüglich der Stromrichter ist wiederholt die Frage gestellt worden, ob denn überhaupt heute schon betriebssichere Geräte für die erforderlichen Leistungen zur Verfügung stehen und wie sie sich im Dauerbetrieb bewähren. Demgegenüber wird darauf hingewiesen, daß die Bewährung solcher Stromrichter in hohem Maße von den Betriebsbedingungen des Netzes abhängt, unter denen sie arbeiten, und daß gerade bei der hier vorgeschlagenen Übertragungsart mit gleichbleibender Stromstärke die Bedingungen für die Stromrichter sehr günstig liegen.

Die schwerstwiegenden Einwände sind aber wirtschaftlicher Art. Kraftübertragungsanlagen der vorgeschlagenen Art könnten nur Aussicht auf Verwirklichung haben, wenn ihre Wirtschaftlichkeit besser als die einer gleichwertigen Drehstromübertragung ist. In dieser Beziehung seien aber die Aussichten vorerst für Gleichstrom alles andere als günstig. Die vorgeschlagenen Umwandler erfordern teuere Kondensatoren, und die Kosten der Stromrichter sind noch sehr hoch. Diese Einrichtungen kommen aber gegenüber einer Drehstromübertragung zusätzlich hinzu, während anderseits weder die Umspanner noch die Drehstromleistungsschalter an beiden Enden der Übertragung erspart werden können. Wirtschaftliche Vorteile könnte die Gleichstrom-Kraftübertragung bei Kabelleitungen haben, jedoch haben Kostenberechungen auch hier ergeben, daß vorerst die Umformungseinrichtungen noch die Wirtschaftlichkeit ausschließen, insbesondere bei Hauptverteilungskabeln in Stadtgebieten. Als ein Fall, in dem vielleicht eine Gleichstrom-Kraftübertragung wirtschaftlich sein könne, wird die vor Jahren einmal erörterte Großkraftübertragung von Skandinavien nach Deutschland angeführt, weil hierbei zur Durchquerung der Ostsee große Kabelstrecken verlegt werden müßten. Bei den Wirtschaftlichkeitsberechnungen müßten auch die dauernden Verluste der gegenüber Drehstromübertragungen zusätzlich erforderlichen Einrichtungen bei der Gleichstromübertragung (wie z. B. Umwandler, Stromrichter, Siebkreise) berücksichtigt werden.

Neben diesen zahlreichen Einwänden technischer und wirtschaftlicher Art fallen die noch hervorgehobenen Vorzüge der vorgeschlagenen Kraftübertragung kaum ins Gewicht. Als solche wurden angegeben die Unabhängigkeit der Frequenz des Abnehmernetzes von dem speisenden Netz, die geringe gegenseitige Beeinflussung und Beeinträchtigung der verbundenen Netze bei Kurzschluß in einem Netz, die Begrenzung des Kurzschlußstromes auf Werte unter dem Vollaststrom sowie der hohe Wirkungsgrad der Umwandler und Stromrichter.

Das Ergebnis der Aussprache läßt sich dahin zusammenfassen, daß der Vorschlag, rein als technische Lösungsmöglichkeit für ein vorliegendes Problem gesehen, allerseits anerkannt worden ist, daß aber eine ganze Reihe schwerwiegender, vor allem wirtschaftlicher Einwände vorgebracht worden sind, die sich teils gegen die Gleichstrom-Kraftübertragung überhaupt richten und vor ihrer Verwirklichung noch eingehende Untersuchungen fordern und teils die praktische Ausführung des gemachten Vorschlages mindestens in der nahen Zukunft für unmöglich halten. Es wäre von besonderem Interesse gewesen, die Stellungnahme der Verfasser des Berichtes zu den in der Aussprache vorgebrachten Einwänden kennenzulernen. Sie sind aber im Schlußwort zu der Aussprache nur auf einige die Umwandler betreffende Fragen eingegangen.

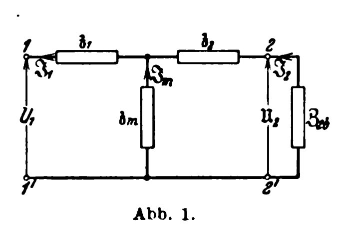
H. Grünewald.



RUNDSCHAU.

Leitungen.

621. 316. 3. 011. 1 **Die graphische Darstellung der Leitwert-, Strom- und Leistungsverhältnisse der T-Schaltung bei konstanter Eingangsspannung und beliebiger äußerer Belastung.** — Von H. Kafka werden die Leitwert-, Strom- und Leistungsverhältnisse der in Abb. 1 dargestellten T-Schaltung untersucht, die als Ersatzschaltung bei zahlreichen Problemen der Stark- und Schwachstromtechnik eine große Rolle spielt. Bei den Untersuchungen werden die Eingangs-(Primär)-Spannung und die Scheinwiderstände $\mathfrak{Z}_1$, $\mathfrak{Z}_m$ und $\mathfrak{Z}_2$ als konstant vorausgesetzt, während die durch den Scheinwiderstand $\mathfrak{Z}_{2b}$ gekennzeichnete äußere (Sekundär-) Belastung beliebige Werte annehmen kann. Für den auf die Primärklemmen bezogenen Scheinleitwert (kurz: primärer Scheinleitwert) der T-Schaltung wird der einfache Ausdruck


Abb. 1.

$$\mathfrak{Y}_1 = \mathfrak{Y}_1^l + \frac{1}{\mathfrak{E}_1^2(\mathfrak{Z}_2^k + \mathfrak{Z}_{2b})} \qquad (1)$$

abgeleitet, wobei die verwendeten Symbole die nachstehend angegebenen Bedeutungen besitzen:

$\mathfrak{Y}_1^l$ primärer Scheinleitwert der T-Schaltung bei Leerlauf ($\mathfrak{Z}_{2b} = \infty$),

$\mathfrak{E}_1 = \frac{\mathfrak{Z}_1 + \mathfrak{Z}_m}{\mathfrak{Z}_m}$,

$\mathfrak{Z}_2^k$ auf die Sekundärklemmen bezogener Scheinwiderstand der T-Schaltung bei kurzgeschlossenen Primärklemmen,

$\mathfrak{Z}_{2b}$ Scheinwiderstand der Sekundärbelastung.

Die Gl. (1) ermöglicht die konstruktive Ermittlung des primären Scheinleitwertes $\mathfrak{Y}_1$ für einen beliebigen äußeren Belastungswiderstand $\mathfrak{Z}_{2b}$. Die praktische Durchführung dieser Konstruktion wird an einem Zahlenbeispiel ausführlich erläutert. Im Anschluß daran wird die Verwendung des Leitwertdiagrammes für die Darstellung der Ströme (Primärstrom $\mathfrak{J}_1$ mit seinen Komponenten, Sekundärstrom $\mathfrak{J}_2$, Querstrom $\mathfrak{J}_m$) und Leistungen (primäre Scheinleistung $\mathfrak{N}_{s1}$ mit ihren Komponenten, sekundäre Schein-, Wirk- und Blindleistung) behandelt. Da die sekundären Leistungen in dem gleichen Maßstab wie die Primärleistungen entnommen werden, so lassen sich die genannten Leistungsgrößen unmittelbar miteinander vergleichen. Die Zurückführung der graphischen Darstellung der Ströme und Leistungen auf Leitwertgrößen hat den großen Vorteil, daß diese Größen von der Primärspannung unabhängig sind. Bei einer Änderung der Primärspannung brauchen daher nur die Maßstäbe für die Ströme und Leistungen geändert werden.

Als Anwendungsbeispiel der allgemeinen Untersuchungen wird das Leitwertdiagramm der mehrphasigen Asynchronmaschine für veränderliche Schlüpfung durch eine einzige Inversion abgeleitet. Für den primären Scheinleitwert $\mathfrak{Y}_1$ ergibt sich dabei ein Kreis, der den von der Primärspannung unabhängigen Kern des „genauen“ Heylandschen Stromkreises darstellt. Das Leitwertdiagramm kann wie im allgemeinen Fall gleichzeitig für die Darstellung aller benötigten Strom- und Leistungsgrößen verwendet werden. Das verwendete Verfahren dürfte wohl den einfachsten Weg für die Konstruktion des Kreisdiagrammes der mehrphasigen Asynchronmaschine darstellen. [H. Kafka, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 7, S. 443.]

621. 316. 11. 012 **Energieübertragung auf Fernleitungen.** — Die Berechnung von Fernleitungen wird unter Zugrundelegung unendlich fein und gleichmäßig verteilter Leitungskonstanten durchgeführt. Dazu werden Diagramme aufgestellt, aus denen sich Spannung, Leistung, Wirkungsgrad, Phasenwinkel usw. am Anfang und am Ende einer Leitung für die verschiedenen Hauptformen der Energieübertragung ermitteln lassen. Die Ortskurven für konstantes Spannungsverhältnis bzw. konstanten Wirkungsgrad, abhängig von dem Verhältnis der übertragenen Leistung zur natürlichen Leistung einer Leitung, sind Kreise, die durch Berechnung von Mittelpunkt und Radius festgelegt sind. Die Bestimmungsstücke lassen sich aus den Leitungskonstanten ohne Verwendung komplexer Zahlen, einfach und für jede Leitungslänge streng richtig berechnen. Irgendwelche vereinfachenden Annahmen, wie z. B. Vernachlässigung der Ableitung, sind nicht getroffen worden. Die Verwendung dieser Diagramme wird sich vor allem auf Freileitungen mit mehr als 100 km und auf Kabelleitungen mit mehr als 50 km Länge erstrecken, da für kürzere Leitungen schon einfache Diagramme bekannt sind. Mit Hilfe der Diagramme sind alle für Fernleitungen wichtigen Fragen zu lösen, wie z. B. günstigste Blindleistung zur Erzielung einer verlustarmen Übertragung, Vergleich einer Gleichstrom- mit einer Drehstromübertragung usw. Die einfache Anwendung wird an Hand eines Zahlenbeispiels für eine 220 kV-Leitung mit 1000 km Länge gezeigt. [H. Kropp, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 6, S. 431.]

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 316. 12. 004. 5 : 621. 396. 682 **Rundfunk-Netzgerät als Schadenmelder.** — J. Maul berichtet über Erfahrungen aus einem Fabrikbetrieb, wobei sich ein Gleichstrom-Netzgerät als ein empfindlicher Anzeiger aller Schäden an Generatoren, Schaltern, Leitungen und Motoren betätigte. Es handelte sich um ein batteriegeheiztes Vierröhrengerät mit einer selbstgebauten Netzanode, welche in jedem Pol eine Drossel und alte Telephonkondensatoren als Siebkette besaß. Erdschlüsse hatten eine der geerdeten Drosseln und einige Kondensatoren erhitzt bzw. durchgeschlagen, so daß dieses Empfangsgerät über die Erdleitung und die schadhafte Netzanode hinweg von allen Störungen beeinflußt wurde. Nachlassen der Lautstärke zeigte an, daß die sonst vorhandene Erdschlußspannung von 75 bis 80 V fast 220 V erreichte. Motoren mit Erdschluß verursachten ein Brummen. Hierdurch war es möglich, rechtzeitig alle Schäden aufzudecken und zu beheben. Insbesondere konnte bei einem Umformersatz der Durchschlag eines Ankers so rechtzeitig festgestellt werden, daß noch in letzter Stunde eine große Betriebsstörung mit erheblichem Verlust vermieden werden konnte. [J. Maul, Wärme 58 (1935) S. 308.] *Sb.*

621. 316. 262. 062. 9 **Transformatorenreserve ohne Leerlaufverluste.** — Unter dieser Überschrift gibt H. Zwilling zwei Schaltungen an, die unter Ausnutzung des bekannten Buchholz-Relais die Zuschaltung eines Reservetransformators selbsttätig dann bewirken, wenn das Buchholz-Relais des Betriebstransformators anspricht. Naturgemäß wird so die Inbetriebhaltung des Reservetransformators auf die Störungsfälle beschränkt und eine erhebliche Ersparnis an Verlust-kWh erzielt. Die Schaltung wirkt so, daß über einen jeweils von Hand durch Stellen eines Hebelschalters vorbereiteten Stromweg der vom ansprechenden Buchholz-Relais gegebene Anstoß sowohl auf die Ausschaltspule des gefährdeten Transformators als auch auf die Einschaltspule des Reservetransformators wirkt. Im einen Falle ist zwischen Ab- und Zuschaltung eine kurzzeitige Spannungsunterbrechung möglich, im anderen Fall ist die Ausschaltung des gefährdeten Transformators so lange durch ein Relais verzögert, bis der Reservetransformator zugeschaltet hat.

Es dürfte empfehlenswert sein, diese selbsttätige Ab- und Zuschaltung nicht vom Gefahren- oder Auslösekontakt, sondern nur vom Warnkontakt des Buchholz-Relais ausführen zu lassen. Wenn insgesamt nur zwei Transformatoren vorhanden sind, muß unter Benutzung des angegebenen Verzögerungsrelais so geschaltet werden, daß keine



Spannungsunterbrechung für das Netz fühlbar wird. Die Schaltung dürfte in erster Linie für unbesetzte Werke in Frage kommen, wo es längere Zeit dauert, bis nach einer erfolgten Warnung umgeschaltet werden kann. Die Betätigung der geschilderten Schaltung durch den Auslösekontakt des Buchholz-Relais ist nicht unbedenklich: Einerseits ist die vom Verfasser angegebene Verzögerung der Abschaltung des gefährdeten Betriebstransformators nicht ratsam, da bei Ansprechen des Auslösekontaktes meistens ein schwerer Fehler im Transformator vorliegt; ein verzögertes Ansprechen würde in diesem Falle sogar dem Grundgedanken des Buchholz-Relais widersprechen. Anderseits zieht eine kurzzeitige Spannungsunterbrechung, die zwischen unverzögerter Abschaltung des Betriebstransformators und Zuschaltung des Reservetransformators entstehen kann, unangenehme Folgen im Netz nach sich. [H. Z w i l l i n g, Elektrotechn. u. Maschinenb. 53 (1935) S. 235.] *Klm.*

Elektromaschinenbau.

621. 313. 2. 012. 4 **Gleichstrommaschinen mit verzerrter Kennlinie.** — Die von L a m b o e u f im ersten Teil seines Aufsatzes angegebene Beeinflussung der Form der Kennlinie von Gleichstrommaschinen mit größerem Regelbereich der Klemmenspannung durch Einfügen eines Isthmus in den magnetischen Kreis ist an sich bekannt. Für die praktische Berechnung benutzt der Verfasser ein zeichnerisches Verfahren, das schon mehrfach beschrieben worden ist und auch für die Bestimmung der magnetischen Spannung hochgesättigter Zähne seit langem benutzt wird. — Im zweiten Teil der Arbeit wird die Beeinflussung der Form der Kennlinie durch Einfügen eines magnetischen Nebenschlusses behandelt. Die Anordnung ist grundsätzlich die gleiche, wie sie seit langem zur Verminderung der Remanenzspannung von Gleichstrommaschinen angewandt wird, nur ist der Zweck hier ein anderer, da eine Beeinflussung der Magnetfelder von Motoren oder Generatoren bei bestimmten Belastungszuständen dieser Maschinen erreicht werden soll. Wertvoll ist hier die übersichtliche und einfache Darstellungsart für die Bemessung der Kompoundierungsmaschine bezüglich ihrer Eisenquerschnitte und Erregerwicklungen. Nicht klar ist allerdings die Bemerkung, daß die Kompoundierungs-Erregermaschinen nur bis zu Leistungen von etwa 10 kW höchstens gebaut werden können, da sich mit mehrpoligen Magnetsystemen auch höhere Leistungen erreichen lassen müßten, ohne daß die Maschinen zu schwer und teuer werden. [Ch. L a m b o e u f, Rev. gén. Électr. 37 (1935) S. 109.] *Brs.*

621. 313. 32. 013. 5 **Ständerstreureaktanz von Synchronmaschinen.** — Wenn man mit Hilfe der gemessenen Leerlaufkennlinie und der Kennlinie für $\cos\varphi = 0$ nach dem bekannten Verfahren von P o t i e r die Ständerstreureaktanz bestimmt, so erhält man verschiedene Werte der Reaktanz (im folgenden Potier-Reaktanz genannt) je nach der Spannung, die zu dem verwendeten induktiven Belastungspunkt gehört. Die Potier-Reaktanz nimmt ab mit zunehmender Spannung des induktiven Belastungspunktes und ist immer größer als die gesuchte wirkliche Streureaktanz. Wird der induktive Belastungspunkt bei Nennspannung zugrunde gelegt, so ist die Potier-Reaktanz in vielen Fällen ganz bedeutend größer als die Ständerstreureaktanz. Besonders trifft dies bei ausgeprägten Polen zu, während bei Turboläufern der Unterschied nicht so sehr groß ist. Es wird daher vorgeschlagen, bei Schenkelpolmaschinen den induktiven Belastungspunkt, mit welchem das Potier-Dreieck konstruiert wird, bei höherer als der Nennspannung aufzunehmen. [L. A. M a r c h u. S. B. C r a r y, Electr. Engng. 54 (1935) S. 378.] *Bdk.*

621. 313. 1. 042 **Das Görgessche Durchflutungspolygon.** — In einer Arbeit von H e l l e r und K a u d e r s wird gezeigt, wie auf Grund des Görgesschen Durchflutungspolygons die vom Luftspaltfeld abhängigen Größen in elektrischen Maschinen bestimmt werden können. Nach einer allgemeinen Einführung über den Aufbau des Durchflutungspolygons wird abgeleitet, daß die magnetische Energie des Luftspaltfeldes und damit auch der Selbstinduktionskoeffizient einer symmetrischen Mehrphasenwicklung proportional dem polaren Trägheitsmoment des Durchflutungspolygons in bezug auf seinen Schwerpunkt ist. Auf Grund dieser Beziehung wird ein Berechnungsgang für die Oberwellenstreuung bei Mehrphasenwicklungen entwickelt, welcher auch bei nicht einfachen Wicklungen, wie an Hand von Beispielen gezeigt wird, rasch zum Ziel führt. Weiter wird der Koeffizient der gegenseitigen Induktion zweier Wicklungssysteme auf Grund der entsprechenden Durchflutungspolygone bestimmt und erörtert, wann zwei Wicklungssysteme einander magnetisch beeinflussen und wann nicht. Als letztes werden die Bedingungen für das Auftreten einseitiger magnetischer Kräfte bei gleichförmigem Luftspalt an Hand des Durchflutungspolygons untersucht. [F. H e l l e r u. W. K a u d e r s, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 9, S. 599.]

621. 313. 333. 2. 013 **Synchrone Wirkung der Oberfelder bei Käfigankermotoren.** — Die Oberfelder im Luftspalt einer Induktionsmaschine bilden Zusatzmomente von zwei verschiedenen Arten. Das eine ist von asynchronem Charakter. Seine Größe ist verhältnismäßig klein, und es tritt nicht bei einem bestimmten Nutenzahlverhältnis besonders stark auf. Das andere Moment hat synchronen Charakter und tritt nur bei bestimmten Nutenzahlverhältnissen im Ständer und Läufer am stärksten auf, während andere Nutenzahlverhältnisse mehr oder weniger frei von diesem Moment sind. Die synchrone Wirkung besteht darin, daß im Ständer und Läufer Oberfelder entstehen, welche gleiche Polpaarzahlen haben und infolgedessen ein synchronisierendes Moment bilden. Dieses hat das Bestreben, den Motor bei einer Drehzahl (oder Stillstand) festzuhalten. Je nach der Größe dieses Momentes wird der Anlauf des Motors sehr gestört und der Motor kann sogar von dieser Drehzahl selbst nicht wegkommen. Bei anderen Drehzahlen verursacht dies Moment ein Geräusch. Aus besprochenen Gründen versucht man bei Käfigankermotoren jene Läufernutenzahl zu nehmen, bei welchen die synchronen Momente sehr klein sind. Auf Grund der Untersuchung ergeben sich folgende Nutenzahlen mit geringsten synchronen Momenten:

2 Pole		4 Pole	
$N_1 = 18$	28-26-22	$N_1 = 24$	46-42-34-32-30
24	40-38-34-32-16	36	62-58-50-46-26-22
30	46-44-40-38-34-22-20	48	68-66-62-58-38-34
36	58-56-52-50-46-40-26-22	60	88-86-82-78-74-70-50-46

6 Pole	
$N_1 = 36$	56-52-44-40-32-28
54	86-82-80-76-68-64-62-58-50-46
72	106-104-100-98-92-88-86-82-80-76-64-62-58-56-52-40-38

[W. S c h u i s k y, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 7, S. 501.]

Apparate und Stromrichter.

621. 316. 542. 2. 001. 2 **Paketschalter — ein Beitrag zur Schaltlehre.** — Der Zweck der Arbeit von R. E d l e r ist das planmäßige Aufsuchen eines Weges von den Schaltbedingungen zum Schaltplan der Paketschalter und ein Vergleich der Lösungsmöglichkeiten, um deren Wertigkeit festzustellen. Nach der Besprechung der grundsätzlichen Bauweise der Paketschalter und ihrer Einzelteile (Schaltkammern, Schaltzungen, Rastenwerke und Sprungwerke für 3, 4 oder 5 Stellungen) werden die allgemein gültigen Grundsätze für die Entwicklung des Schaltplanes aus den Schaltbedingungen entwickelt; dabei werden die in der Schaltlehre wichtigen Begriffe „notwendige" und „zulässige" Verbindungen erklärt und daraus die „festen" und „wechselnden" Verbindungen abgeleitet; n u r die wechselnden Verbindungen sind für die Entwicklung des Schaltgerätes maßgebend. Diese allgemein gültigen Grundsätze werden an mehreren Beispielen zur Entwicklung von Paketschaltern ausführlich erklärt. Im 1. Beispiele (Fünftakt-Paketschalter als Heiz- und Kochregler) werden die möglichen und zweckmäßigen Schaltbedingungen untersucht, die verschiedenen Schaltzungenformen entwickelt und die Anordnung der Kontakte bestimmt, wobei gleichartige Einzelteile und Kombinationsformen benutzt werden. Die Zahl der möglichen Lösungen ist unerwartet groß (über 200), aber nur einige wenige Lösungen sind als besonders einfach zur Ausführung zu empfehlen. Auf die Wichtigkeit solcher vergleichender Untersuchungen für Patentanmeldungen wird hingewiesen. Im 2. Beispiele (Wattmeter-Umschalter für das Zwei-Wattmeter-Ver-



fahren) werden zusätzliche Bedingungen erklärt, die in den Übergangsstellungen wichtig sind. Im 3. Beispiele (Umschalter für eine Beleuchtungsanlage) ergeben sich 27 gleichwertige Lösungen. Die systematische Untersuchung führt also stets zur Erkenntnis, ob es in einem besonderen Falle möglich ist, Lösungen aufzufinden, die sich vor den anderen Möglichkeiten auszeichnen, oder ob die möglichen Lösungen gleichwertig sind. [R. Edler, Arch. Elektrotechn. 28 (1935) H. 8, S. 531.]

621. 316. 78 **Ein neuer stetiger elektrischer Regler.** — Die Entwicklung der selbsttätigen Regelungen hat zu einer Unzahl von Verfahren geführt, die für die Beherrschung von Sonderfällen geeignet sind. Da für die Erfassung beliebiger Vorgänge gleiche Gesetze gelten, so wurde eine allgemeine Lösung versucht. Zu fordern

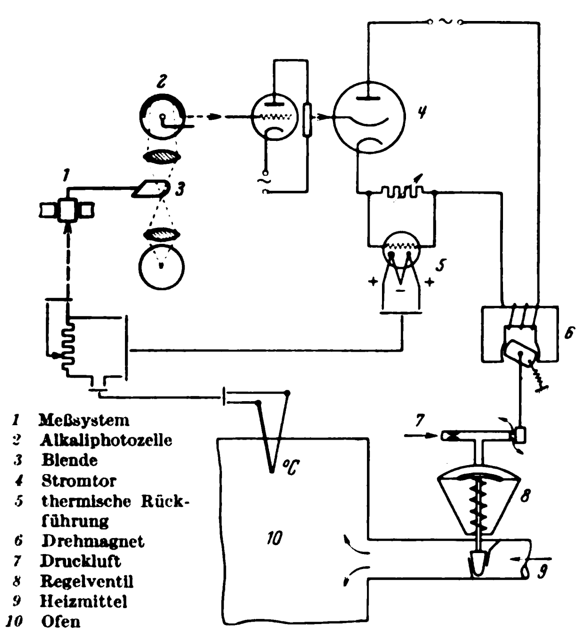


Abb. 2. Stetige temperaturabhängige Steuerung eines Ventils.

war eine stetige Umsetzung geringer Meßkräfte für die zu regelnde Größe in kräftige Steuerbewegungen. Die Lösung wurde in einer kraftschlüssigen Einwirkung der Meßgröße auf ein Stromtor (Gitterröhre) gefunden, wobei induktive, thermische, kapazitive und optische Verfahren angegeben wurden. Mit Rücksicht auf größte Verstärkung und trägheitslose Wirkung ist am vorteilhaftesten die optische Umsetzung der Meßgröße durch ihre Einwirkung auf eine Caesiumphotozelle, welche ein Stromtor stetig beeinflußt. Elektrische Rückführeinrichtungen sorgen dabei für eine Anpassung des Reglers an schnell oder langsam verlaufende Vorgänge und geben eine Abhängigkeit zwischen dem Regelwert und der jeweiligen Steuerungsverstellung, die dem natürlichen Zusammenhang entspricht. Da der Regler den Steuerstrom stetig ändert und diese Änderung z. B. bei der Regelung von Flüssigkeiten in eine Kraftänderung umgewandelt werden muß, so sind für diesen Regler Steuerglieder mit stetiger Arbeitsweise vorgesehen. Abb. 2 zeigt die Anwendung des Reglers auf die Steuerung eines Ventiles bei der Temperaturregelung. Die Verstärkung des Reglers (Stromleistung dividiert durch Ansprechleistung des Reglers) beträgt $6 \cdot 10^{14}$. Der Regler ist bis zu Steuerleistungen von 50 kW verwendbar, hat eine höchste Ansprechempfindlichkeit von 0,003 % des Regelwertes, eine Eigenträgheit von $^1/_{1000}$ s, einen Stromverbrauch von 80 W und ist geeignet für die Steuerung von Regelvorgängen mit Verzögerungen, die zwischen $^1/_{10}$ s und 15 min liegen. [C. Himmler, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 9, S. 577.]

Meßgeräte und Meßverfahren.

536. 51 **Über ein Quecksilberkontakt-Thermometer mit veränderlicher Schalttemperatur.** — Zur genauen Einhaltung einer bestimmten Arbeitstemperatur werden Wärmehalter (Thermostate) benutzt. Bei diesen ist die Einrichtung im allgemeinen so getroffen, daß durch besondere Regeleinrichtungen die verlangte Stetigkeit der Temperatur durch Zu- und Abschalten z. B. der elektrischen Heizung erreicht wird. Diese Regeleinrichtungen sind Kontaktthermometer, die entweder direkt oder über besondere Relais die Steuerung der zur Aufrechterhaltung einer bestimmten Temperaturhöhe erforderlichen Wärmemenge vornehmen. Die Änderung der Temperaturhöhe kann man z. B. bei Bimetall- oder Flüssigkeitsreglern durch einfache Änderung der Einstellung der Kontaktgabe in Abhängigkeit von der Ausdehnung erreichen. Werden an die Temperaturstetigkeit keine großen Anforderungen gestellt, so genügen diese Einrichtungen. Verlangt man aber eine Genauigkeit der Schalttemperatur unter 0,1 °C, so versagen diese Arten, weil die Einflüsse der Temperatur auf die Reglerteile selbst und auch die mechanische Herstellung eine Grenze setzen. Bei Quecksilberkontakt-Thermometern kann man Schaltgenauigkeiten von 0,05 bis 0,02 °C und darunter erzielen. Die Änderung der Kontakthöhe ist aber hierbei nicht mehr in einfacher Weise zu bewerkstelligen. Sei es nun, daß sie mit einer Beckmann-Schleife versehen oder z. B. von außen durch eine magnetisch einstellbare Kontakthöhe versehen sind, immer muß man zur Vornahme der Temperaturänderung an den Regler heran, womit eine Unterbrechung des Betriebes des Wärmehalters verbunden ist. Um nun ohne Betriebsstörung die Temperaturhöhe des Wärmehalters von außen leicht ändern zu können, wurde ein Quecksilberkontakt-Thermometer mit einer Schaltgenauigkeit von etwa 0,02 °C zwischen Ausdehnungsgefäß und der Einschmelzung des Kontaktdrahtes mit einer Heizwicklung versehen. Durch Änderung der Heizung konnte die Länge des Quecksilberfadens eingestellt werden und damit eine niedrigere oder höhere Kontaktgabe des Thermometers erreicht werden. Der Heizstrom wurde einem mit einem Glimmstrecken-Spannungsteiler versehenen Netzgerät entnommen. Ein eingebautes Amperemeter wurde in °C geeicht. Die in einem Wärmehalter erprobte Anordnung zeigte gegenüber einem Wärmehalter mit einfachem Quecksilberkontakt-Thermometer keine Änderung. [H. Jacobs, Lorenz-Ber. (1935) H. 6, S. 17.] *Sb.*

621. 317. 331 : 621. 317. 733 **Genaue Messung sehr kleiner Widerstände mit der Wheatstoneschen Brücke.** — Die Messung kleiner und sehr kleiner ohmscher Widerstände scheitert bekanntlich an dem störenden Einfluß der Verbindungsleitungen. Das Verfahren von Matthiesen und Hockin vermeidet zwar diesen Fehler, ist jedoch wegen der Verwendung eines Schleifdrahtes nur auf etwa 1 % genau. Trotzdem kann in Fällen, wo keine Thomson-Brücke vorhanden ist oder ihre Anschaffung sich nicht lohnen würde, für Widerstände bis herab zu etwa 0,2 mΩ eine Wheatstonesche Präzisionskurbelbrücke als vollwertiger Ersatz für die Thomson-Doppelkurbelbrücke verwendet werden, wenn man auf den Vorteil der unmittelbaren Ablesung des Ergebnisses verzichtet. Die mit einem Umschalter in der Galvanometerdiagonale ausgestattete Brücke (Abb. 3) wird zweimal (durch Regeln am Präzisionskurbelwiderstand B) abgeglichen, einmal in der linken Stellung des Umschalters (Einstellung B_1), einmal in der rechten (Einstellung B_2). Aus den beiden Gleichgewichtsbedingungen ergibt sich durch Ausmerzung von y

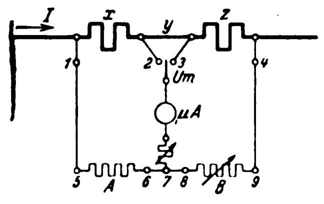


Abb. 3. Wheatstonesche Brücke.

$$x : z = [A (A + B_2)] : [B_2 (A + B_1)].$$

[Kreuzt man bei der Umschaltung die Leitungen 1—5 und 4—9, so ergibt sich die etwas einfachere Formel: $x : z = (A + B_2) : (A + B_1)$.] Die Genauigkeit der Messung hängt in erster Linie ab von der „relativen Anzeigeunsicherheit" u_a der Schaltung, d. h. von derjenigen relativen Änderung des Widerstandes x oder z in Promille, die 1 mm Galvanometerausschlag bei 1 m Skalenabstand hervorruft. Bezeichnet man die Stromempfindlichkeit des Galvanometers in mm Ausschlag je Mikroampere bei 1 m Skalenabstand mit ε_i, das Verhältnis $x : z$ mit n und den Spannungsabfall an x in Millivolt mit U_x, so ergibt sich nach der Brückentheorie mit großer Annäherung: $u_a = [A + (1 + 1/n) G] : (U_x \varepsilon_i)$. Die Größe von

U_x hat sich nach der Belastbarkeit der Widerstände x und z zu richten. G und ε_i sind nach der Wahl des Galvanometers gegeben. Der Einfluß von n ist gering, sofern n größer als 1 gemacht wird. Es liegt daher nahe, zur Erzielung eines günstigen (d. i. kleinen) Wertes von u_a den Widerstand A (und damit zwangläufig $B = n\,A$) möglichst klein zu machen. Dies verbietet sich jedoch aus drei Gründen: 1. Der Einfluß der Zuleitungen *1—5*, 2. da bei B kleinere Stufen als 0,1 Ω wegen des Einflusses der Übergangswiderstände an den Schleifbürsten nicht empfehlenswert sind, würde die Anzahl der Dekaden von B zu klein und die Regelfeinheit ungenügend werden; 3. das Galvanometer würde sich bei zu kleinem äußeren Schließungswiderstand [$\approx A\,n : (1 + n)$] nur noch kriechend einstellen. Brauchbare Werte sind: $A = 300$ bis $1000\,\Omega$, $B = 500$ bis $2000\,\Omega$, $G = 200$ bis $600\,\Omega$. Mit $A = 400\,\Omega$, $G = 600\,\Omega$, $n = 2$, $\varepsilon_i = 200$ mm/μA und $U_x = 40$ mV wird $u_a = 0{,}125$ ‰ je mm Ausschlag. Die eingangs stillschweigend gemachte Annahme, daß die Verbindung y bei beiden Abgleichungen denselben Widerstand hat, trifft praktisch nur dann genügend genau zu, wenn sich die Temperatur von y in der Zwischenzeit nur unmerklich ändert. Um den Fehler klein zu halten, muß man y so kurz und kräftig wie möglich ausführen und mit dem Beginn der Messungen warten, bis sich praktisch die Endtemperatur eingestellt hat. Die Eichfehler von A und B pflanzen sich um so stärker auf das Meßergebnis fort, je größer y gegen x und z ist. Deshalb und wegen der Gefahr des Auftretens von Thermospannungen empfiehlt es sich auch nicht, für y statt Kupfer einen temperaturunabhängigen, dafür aber notwendig schlechter leitenden Werkstoff zu verwenden. Ist $\varkappa$ die relative Änderung von y zwischen den beiden Ablesungen, also $y_2 = y_1\,(1 + \varkappa)$, so beträgt der dadurch verursachte relative Fehler des Meßergebnisses $\varkappa\,y_1 : (x + y_2 + z)$. Die relativen Fehler δ und ζ von A und B erzeugen eine relative Unsicherheit des Meßergebnisses

$$u_{AB} = (|\delta| + |\zeta|)\,[1 + y\,(x + y + z)],$$

unabhängig von n. Beträgt die relative Anzeigeunsicherheit der Schaltung 0,2 ‰, die durch die Änderung von y verursachte relative Unsicherheit 0,1 ‰ und die aus den relativen Unsicherheiten von A ($\delta = 0{,}3$ ‰) und B ($\zeta = 0{,}2$ ‰) errechnete relative Unsicherheit $u_{AB} = 0{,}5$ ‰, so ergibt sich eine relative Gesamtunsicherheit von 0,8 ‰, wenn von äußeren Fehlerquellen, wie Thermoeffekten, Kriechströmen u. dgl. abgesehen wird. — Bezüglich der nomographischen Ermittlung der relativen Anzeigeunsicherheit aus den Brücken- und Galvanometerdaten und der besonderen Schaltung bei Verwendung einer bestimmten Präzisionskurbelmeßbrücke sei auf die Originalarbeit verwiesen. [H. Freytag, Z. Instrumentenkde. 55 (1935) S. 122.] *Sb.*

621. 317. 723. 027. 3 **Ein Voltmeter zur Messung von hohen Spannungen.** — Im Laboratorium des Moskauer Röntgenwerkes ist ein neues Voltmeter zur Messung von Spannungen bis zu 250 kV gebaut worden. Der Aufbau des Spannungsmessers ist aus Abb. 4 zu ersehen. Zwischen zwei schalenartigen Elektroden A und B, die auf der Grundplatte E mittels zwei Isolatoren F befestigt sind, dreht sich eine aus zwei voneinander isolierten Halbkugeln bestehende Kugel. Die Kugel wird auf einer senkrechten Achse von einem Drehstrom-Synchronmotor in Drehung versetzt. Die Eigenartigkeit des Gerätes besteht darin, daß der innere Teil S mit den primären Wicklungen unbeweglich und der äußere Teil H beweglich ist, d. h. der Ständer befindet sich innerhalb des Läufers, an welchem die Halbkugeln befestigt sind. Der Motor dreht sich mit 1500 U/min.

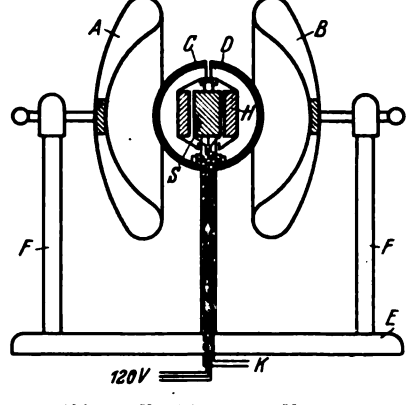


Abb. 4. Vorrichtung zur Messung hoher Spannungen.

Die zu messende Spannung wird den Elektroden A und B zugeführt. Bei der Drehung der Kugel im elektrischen Felde der Elektroden kann Strom von den Halbkugeln entnommen werden. Der Strom wird mittels Bürsten und eines Kommutators zum Galvanometer abgeleitet und ist der zu messenden Spannung proportional.

Die Konstruktion hat folgende Vorteile:

1. Wegen der Schalenform der Elektroden ist ein elektrischer Schutz nicht erforderlich.
2. Da der Motor innerhalb des drehbaren Teiles sich befindet, ist die Konstruktion sehr gedrungen.

Das Gerät hat folgende Abmessungen: Schalendurchmesser 600 mm, Kugeldurchmesser 250 mm, die gesamte Höhe der Isolatoren 600 mm und die Gesamthöhe des Spannungsmessers 900 mm. Die Meßgenauigkeit beträgt nach der Angabe der russischen Quelle ± 0,5 %. [Nowosti techniki (1935) H. 12, S. 3.] *Th. S.*

621. 317. 785 **Prüfungen und Beglaubigungen.** — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 388[1]):

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden den Systemen 112 und 176 folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht:

I. Zusatz zu System 112 die Form E2, Elektrolytzähler für Gleichstrom,

II. Zusatz zu System 176 die Formen KW9VLK1S und KW9VLK2S, Wechselstromzähler mit eingebauter Kassiereinrichtung,

sämtlich hergestellt von den **Siemens-Schuckertwerken Aktiengesellschaft in Nürnberg.**

Berlin-Charlottenburg, den 27. Juni 1935.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Stark."

Beschreibung[2]).

I. Zusatz zu System 112.

Die durch die Bekanntmachungen Nr. 211[3]), Nr. 260[4]) und Nr. 348[5]) zur Beglaubigung zugelassenen Elektrolytzähler für Gleichstrom der Form E2 des Systems 112 können auch für die folgenden Meßbereiche beglaubigt werden:

Nennstromstärke A	Nennspannung V	Meßbereich kWh	Spannungsabfall bei Nennstrom etwa V	Zellenstrom bei Nennstrom etwa mA	Zellkreisvorwiderstand etwa Ω
5	440	400	0,5	0,100	5000
10	220	200	0,5	0,200	2500

II. Zusatz zu System 175.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 375[6]) vom 28. Januar 1935 unter der Systemnummer 176 zur Beglaubigung zugelassenen Wechselstromzähler der Form W9 werden auch im Zusammenbau mit einer Kassiereinrichtung in gemeinsamem Gehäuse hergestellt und führen in dieser Ausführung die Formbezeichnung KW9VLK1S als Zweileiterzähler bzw. KW9VLK2S als Dreileiterzähler. Die Zähler können für Nennstromstärken bis 20 A, für Nennspannungen bis 260 V (bzw. 2 × 130 V) und für die Nennfrequenzen 40 bis 60 Hz beglaubigt werden. Die Zähler mit Kassiereinrichtung dienen wie die gewöhnlichen Wechselstromzähler zur Messung der entnommenen elektrischen Energie und zur gleichzeitigen

1) Reichsministerialblatt 1935, S. 594.
2) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 388. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
3) ETZ 47 (1926) S. 393.
4) ETZ 49 (1928) S. 1266.
5) ETZ 55 (1934) S. 322.
6) ETZ 56 (1935) H. 26, S. 742.



Einziehung von irgendwelchen Gebühren oder Zahlungsrückständen. Die Kassiereinrichtung ist in die Zulassung zur Beglaubigung nicht miteinbegriffen.

Verkehrstechnik.

621. 335. 5 **Erfahrungen mit Elektrokarren.** — Die wichtigsten Gesichtspunkte, die für die Einführung von Elektrofahrzeugen sprechen, sind die Devisenfrage und die Hebung der Nachtbelastung der Elektrizitätswerke. Zur Devisenfrage ist es wertvoll zu wissen, daß der Devisenbedarf für die Beschaffung des Treiböles eines Dieselwagens rd. 10mal so groß ist, wie für das Blei zur Erhaltung der Batterie eines Elektrowagens bei gleicher Nutzlast und Fahrleistung. Der Aufsatz enthält die achtjährigen Betriebserfahrungen der BEWAG mit Elektrokarren. Die Anmarschkosten einer 3 Mann starken Montagekolonne betrugen bei Verwendung von Handkarren im Jahre 5780 RM, bei Elektrokarren 1010 RM. Die Anmarschgeschwindigkeit war bei ersteren rd. 3,5 km/h, bei letzteren rd. 20 km/h. Das bedeutet, daß in einem Jahr mit einem Elektrokarren so viel gespart wurde, als der Elektrokarren kostet. Was die durch Elektrofahrzeuge bewirkte Nachtbelastung anbetrifft, so hat die BEWAG in den letzten Jahren durchschnittlich 250 000 kWh abgeben können, die zur Nachtladung der Batterien von 110 eigenen und 20 fremden Elektrofahrzeugen verwendet wurden. Die Betriebskosten gegenüber Benzinwagen waren erheblich niedriger. Der Unterschied zugunsten der Elektrokarren betrug 10 bis 11 %, wobei in der Vergleichsrechnung für Benzinwagen außergewöhnlich günstige Werte eingesetzt wurden. Bei dem angegebenen Unterschied sind die Kosten des Fahrers nicht berücksichtigt. Erwägt man, daß für den Benzinwagen ein ausgebildeter Fahrer erforderlich ist, während als Fahrer für den Elektrokarren Leute aus der Monteurkolonne genommen werden können, die an Ort und Stelle mitarbeiten, also gar keine besonderen Fahrerkosten verursachen (diese Elektrokarren sind führerscheinfrei), so betragen die Ersparnisse gegenüber dem Benzinwagen über 60 %. Von besonderem Interesse sind auch die von der Bewag ermittelten Kosten des Ladebetriebes der Batterien. Vorhanden sind z. Z. 18 vollselbsttätige Ladestationen mit 65 Anschlüssen in den eigenen Werken der BEWAG. Die aus Tilgung, Verzinsung, Ersatz von Widerständen, Instandhaltung und Überwachung entstehenden Unkosten bei Drehstrom-Gleichstromanlagen betragen auf die kWh Ladestrom berechnet, wenn der Ladestromverbrauch je Anschluß und Jahr 10 000 kWh ausmacht, 3,4 Pf, bei Gleichstromanlagen 1,3 Pf. Die Verwendung der Elektrofahrzeuge der BEWAG erfolgt im weitaus größten Umfange im Netz- und Kabelbetrieb. Daneben sind Elektrokarren mit elektrisch angetriebenem Spill zum Schleppen von Kabeltrommeln und zum Ziehen des Kabel bei der Verlegung im Betrieb. Andere Sonderfahrzeuge tragen eine elektrisch angetriebene Überwegpresse, eine vollkommene Kabelprüfvorrichtung, vollkommene Schweißeinrichtungen usw. Ferner sind mehrere schwere elektrische Lastwagen und ein Zählertransportwagen vorhanden. In Kürze wird ein elektrischer 10 t-Schlepper in Dienst gestellt werden, der für größere Fahrten in die Außenbezirke der Stadt mit einer eigenen Ladevorrichtung versehen wird, die an das örtliche Drehstrom- oder Gleichstromnetz angeschlossen werden kann. [H. Witte, Elektr.-Wirtsch. 34 (1935) S. 367.]
Rgr.

621. 331. 001. 2 : 656. 4 **Pläne zur Verkehrsverbesserung in London.** — Der englische Finanzminister, Mr. Chamberlain, unterbreitete dem Unterhaus in der Sitzung vom 5. 6. 1935 einen Fünfjahresplan zur Verbesserung der Londoner Verkehrsverhältnisse. Der Plan, dessen Durchführung etwa 25 Mill £ ausmacht[1]), umfaßt vor allem die Elektrisierung von etwa 70 km Streckenlänge der nördlichen und nordöstlichen Vorortstrecken der London and North Eastern Ry. (King's Cross—High Barnet mit Abzweigen nach Edgware und Alexandra Palace, ferner Liverpool Street—Shenfield und Abzweige nach Loughton und Grange Hill), Bau und Elektrisierung eines zweiten Gleispaares auf einer 20 km langen Vorortstrecke der Great Western Ry. (North Acton—Ruislip) und den Bau von etwa 19 km neuen Untergrundbahnstrecken an der Peripherie (Finchley Road—Baker Street und Liverpool Street—Stratford). Durch diese Umstellungen auf elektrischen Betrieb und die Neubauten wird durchgehende Verbindung von diesen Außenstrecken auf die Untergrundbahnlinien in der City ermöglicht. Dem gleichen Zweck dient der geplante Umbau mehrerer Bahnhöfe der Innenstadt (King's Cross, Post Office, Aldgate East u. a.), in denen unter anderem zur Bewältigung des Umsteigeverkehrs die Personenaufzüge durch neuzeitliche Rolltreppen ersetzt werden sollen. Außerdem ist in dem Fünfjahresplan die Umstellung von 238 km Straßenbahnlinien in Obbuslinien vorgesehen. Der Oberleitungsomnibus, der in England schon außerordentliche Verbreitung gefunden hat[1]), soll also nun auch in der Hauptstadt in größerem Umfange eingeführt werden, ein Zeichen dafür, daß dieses Verkehrsmittel allen technischen und wirtschaftlichen Anforderungen genügt. Ein Teil dieser Umstellung auf Obbusbetrieb (für 145 km) wurde der Verkehrsgesellschaft übrigens bereits im Juli v. J. vom Parlament genehmigt und inzwischen in Angriff genommen. [Electrician 114 (1935) S. 793.]
Dtt.

1) 1 £ = 12,18 RM.

656. 2 (43) : 657. 3 **Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über das 10. Geschäftsjahr 1934[2]).** — Der Abschluß der Deutschen Reichsbahn für das Geschäftsjahr 1934 zeigt die durch den allgemeinen Wirtschaftsaufschwung günstigere Entwicklung gegenüber 1933, wenn auch die Einnahmemehrung im Personen- wie Güterverkehr hinter dem wachsenden Verkehrsumfang zurückblieb. Die Einnahmen der Betriebsrechnung betragen 3326,3 (2920,6) Mill RM[3]), die Ausgaben 3302,3 (3056,5) Mill RM, so daß ein Überschuß von 24 Mill RM erzielt ist. Die Betriebszahl, d. h. das Verhältnis der Betriebsausgaben zu den Betriebseinnahmen ist 99,28 (104,66). Dies Ergebnis ist um so beachtenswerter, als 64 % aller Reisenden zu ermäßigten Tarifen befördert und 65,8 % aller beförderten Tonnen des Expreß-, Eil- und Frachtguts (einschl. Kohlen) zu Ausnahmetarifen gefahren wurden. In der Bilanz ist das „Betriebsrecht an dem am 1. 10. 1924 übernommenen Reichseisenbahnvermögen und am Anlagezuwachs seit 1. 10. 1924“ Ende 1934 mit 26,7 Mrd RM ausgewiesen. Im Verhältnis zu diesem Wert hält sich der Gesamtschuldenstand der Reichsbahn mit rd. 2,9 Mrd RM in wirtschaftlich vertretbaren Grenzen.

Die Eigentumslänge der Deutschen Reichsbahn betrug am Jahresende 53 871,37 (53 816,87) km. Hiervon entfallen auf den elektrischen Betrieb 1947,81 (1796,19) km. Am Jahresende waren vorhanden an Lokomotiven: Dampflokomotiven 19 887 (20 030), Lokomotiven mit Verbrennungsmotoren 3 (3), Kleinlokomotiven 754 (196), elektrische Lokomotiven 461 (440), an Triebwagen: 1014 (1011) Triebwagen für Oberleitung oder Stromschiene, 370 (323) sonstige Triebwagen. Hierzu kamen 751 (728) Steuerwagen und 772 (622) Beiwagen. An Ausbesserungskosten erforderten: 1 Dampflok. 11 822,3 (8975,3), 1 elektr. Lok. 13 955,5 (11 320,8), 1 Triebwagen 10 782,2 (9912,3) RM, 1000 Lokkm. der Dampflok. 280,3 (235,5), der elektr. Lok. 254,5 (231,3), der Triebwagen 129,8 (126,8) RM. *Pge.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 6 : 629. 135 **Flugzeugfunkgeräte.** — Für die Konstruktion der Flugzeug-Funkgeräte der Standardgesellschaft waren die Forderungen maßgebend, die der Flugverkehr an den Navigations- und Nachrichtendienst stellt. In einem ausführlichen Bericht hierüber werden in erster Reihe die europäischen Verhältnisse zur Grundlage der technischen Betrachtung gemacht, und zwar getrennt nach den beiden Hauptgebieten des Flugwesens, dem Verkehrs- und Heeresdienst.

Im Verkehrsflugwesen wird der Funk hauptsächlich für Zwecke der Navigation verwendet und steht im allgemeinen den Reisenden für Telephonie und Telegraphie nicht zur Verfügung. Der Funkdienst in der Heeresluftfahrt ist zwar viel mannigfaltiger, jedoch fallen bestimmten Waffengattungen festumrissene nachrichtentechnische Aufgaben zu. Bei Kampfflugzeugen z. B. wird Telephoniefunk im Wellenbereich von 40 bis 120 m als Vorbedingung angesehen. Für Aufklärungsflugzeuge rechnet man mit einem Verkehr im Bereich von 500 bis 1500 m, da für den Informationsdienst große Entfernungen zu überbrücken

1) Siehe ETZ 56 (1935) H. 35, S. 969.
2) Vorläufiger Bericht ETZ 56 (1935) H. 18, S. 516.
3) Die Ziffern in Klammern gelten für 1933.

sind. Im Aufklärungsdienst wird im allgemeinen die Telegraphie als ausreichendes Verständigungsmittel angesehen. Trotz dieser Mannigfaltigkeit der Vorbedingungen im Gerätebau ist es gelungen, bestimmte Gerätearten zu entwickeln, die sowohl dem Verkehrs- als auch dem Heeresdienst genügen. Die sieben von der Standard entwickelten Typen mit der Bezeichnung ATR 2 bis 8 sind Geräte, die aus je einem Sender und Empfänger bestehen. Die Sender von ATR 2 bis 5 erzeugen eine Antennenleistung von 50 W. Die nächstfolgenden Arten ATR 6, ATR 7 und ATR 8 haben eine Antennenleistung von 70 W. Das Gewicht der Geräte schwankt zwischen 39,15 und 47,3 kg. Die Klasse der leistungsschwächeren Geräte umfaßt folgende Wellengruppen: 30 bis 60 m, 40 bis 180 m, 500 bis 1000 m, 1000 bis 1800 m. Die 70 W-Sender ATR 6 und 8 bestreichen einen Wellenbereich von 30 bis 60 m, 40 bis 80 m und 90 bis 180 m. ATR 7 arbeitet von 550 bis 1100 m.

Da für Heereszwecke ein rascher Wellenwechsel möglich sein muß, hat man auf Quarzsteuerung verzichtet. Die Telephoniemodulation wird bei den kleineren Sendern an der Anode, bei den größeren am Gitter vorgenommen. Die Empfänger sind stets Superhetempfänger. Alle Geräte sind für Fernbedienung eingerichtet. Für militärische Zwecke werden die Normaltypen mit Zusatzeinrichtungen bzw. Abänderungen je nach dem Verwendungszweck herausgebracht. Bei Kampfflugzeugen wird auf den windgetriebenen Generator wegen des Geschwindigkeitsverlustes verzichtet und dieser durch eine Lademaschine ersetzt. Benutzt wird die Sendertype ATR 3, die so vorgerichtet ist, daß innerhalb eines Wellenbereiches von 40 bis 120 m augenblicklich jeweils zwei Wellen ausgewählt werden können. Des weiteren gibt der Aufsatz Einzelheiten über Vorkehrungen für die rasche Betriebsbereitschaft der Funkeinrichtungen bei Kampfflugzeugen. ATR 4 ist ein kleines, gedrängt gebautes Gerät, das für Leichtflugzeuge geschaffen ist. Ein windgetriebener Doppelspannungsgenerator dient zur Stromerzeugung. Die Reichweite bei diesem Gerät beträgt für Telephonie etwa 320 km, für Telegraphie rd. 800 km. In der Schlußbetrachtung wird ausgeführt, daß für die Peiltechnik noch Fortschritte zu erwarten und zu erhoffen sind. [D. B. Mirk, H. M. Samuelson u. W. Bond, Elektr. Nachr.-Wes. 13 (1934) S. 86.] *Fl.*

621. 397. 331. 2 **Über die Umwandlung von Lichtbildern in Elektronenbilder.** — Nachdem von Brüche gezeigt worden war, daß grundsätzlich die Möglichkeit der elektronenoptischen Abbildung einer photoelektrischen Kathode besteht, wurden die Verfahren verfeinert. Es wird zu den Abbildungsversuchen eine besonders große Photozelle benutzt, die eine geeignet ausgebildete Kathode und Anode besitzt. Die gewählte Form der Elektroden (Kathode und Anode), deren Feldverteilung im elektrolytischen Trog gemessen wurde, gestattet es, einen möglichst großen Teil der Kathode für scharfe und unverzerrte Abbildung auszunutzen. Die elektronenoptische Abbildung erfolgt mittels einer Magnetspule als Elektronenlinse. Für die aus einer Kaliumschicht ausgelösten Photoelektronen ist eine hohe Beschleunigungsspannung (bis 20 kV) notwendig. Aus den gezeigten Vergrößerungskurven geht hervor, daß nicht allein die Magnetspule an der Abbildung beteiligt ist, sondern auch das Feld zwischen den Elektroden als Elektronenlinse (zerstreuende Wirkung) wirkt. An Hand von Bildvergleichen zwischen Elektronenbild und Lichtbild kann man auf die Güte der elektronenoptischen Anordnung schließen. Zum Schluß werden die Helligkeiten der Licht- und Elektronenbilder verglichen. [W. Schaffernicht, Z. Physik 93 (1935), S. 762.] *Hma.*

621. 315. 2 : 621. 397. 5 (73) **Fernsehkabel New York—Philadelphia.** — Die American Telephone and Telegraph Co. beabsichtigt die Auslegung eines Fernsehkabels von New York nach Philadelphia, etwa 150 km Luftlinie, um die Möglichkeit des Fernsehens durch den praktischen Versuch zu erproben. Die Kosten der Versuchsanlage sind auf 580 000 $ veranschlagt[1]); sie soll in der ersten Hälfte 1936 in Betrieb kommen. Das Kabel gehört zum neuentwickelten Typ der „koaxialen" Kabel. Es besteht aus einem äußeren Kupferleiter in Form einer Röhre und einem inneren, innerhalb der Röhre durch Isolierscheiben gestützten Leiter. Der Raum zwischen den Scheiben ist mit Luft oder Nitrogengas gefüllt. Der durch die innere Oberfläche des äußeren Leiters und die äußere Oberfläche des inneren Leiters gebildete Hochfrequenz-Stromkreis vermag ein Frequenzband von 1 Mill Schwingungen zu übertragen, er kann auch zur gleichzeitigen Übertragung von 200 Ferngesprächen mittels Trägerfrequenzen verwendet werden. Die übertragbare Breite des Frequenzbandes hängt von den Abmessungen des koaxialen Kabels ab, sie kann auf 2 Mill Schwingungen und vielleicht noch viel weiter erhöht werden.

Für die Verbindung New York—Philadelphia soll ein 22,2 mm starkes Kabel in die Kabelkanäle eingezogen werden. Es wird 2 koaxiale Stromkreise enthalten, einen für jede Richtung, und daneben 8 papierisolierte Fernsprech-Doppeladern. Die Verstärker müssen zur Entdämpfung in Abständen von etwa 16 km eingeschaltet werden. Man hat Verstärker gebaut, die einen Frequenzbereich bis zu 5 Mill verstärken. Für jeden Verstärkerpunkt genügt daher ein Verstärker, der, in eine Metallhülle eingeschlossen und geringer Wartung bedürftig, in einem Kabelschacht untergebracht werden kann. — Die Bedeutung der Fernsehübertragung durch Kabel liegt darin, daß sie gestattet, den Übertragungsbereich der Fernsehsender, der jetzt nur etwa 30 km im Umkreis beträgt, auf beträchtliche Entfernungen zu erweitern. [Telephony v. 1. 6. 1935, S. 9.] *Bm.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

537. 533 **Zur Theorie der Kathodenzerstäubung.** — Über die Elementarvorgänge bei der Kathodenzerstäubung stehen sich zwei Auffassungen gegenüber. Die Verdampfungstheorie sieht in ihr einen thermischen Verdampfungsvorgang, bewirkt durch eine örtliche hohe Erhitzung durch jedes auftreffende Ion. Die Impulstheorie betrachtet als das Wesentliche die Übertragung mechanischer Bewegungsgröße von den einfallenden Ionen auf die abgeschleuderten Metallatome. Zur Entscheidung lassen R. Seeliger und K. Sommermeyer ein gerichtetes Kanalstrahlbündel auf Silber oder geschmolzenes Gallium auffallen und untersuchen die Richtungsverteilung der abgeschleuderten Metallatome. Sie finden, daß diese dem Knudsenschen Kosinusgesetz gehorcht, das auch für thermische Verdampfung gilt, und sehen daher in diesem Versuch eine Bestätigung der Theorie der örtlichen Verdampfung. [R. Seeliger u. K. Sommermeyer, Z. Physik 93 (1935) S. 692.] *Br.*

621. 3. 017. 71. 001 **Eine streng richtige und allgemein gültige Erwärmungskurve.** — Auf Grund der klassischen Erwärmungsgleichung

$$\partial = \partial_\infty \left(1 - e^{t/T}\right)$$

und der Abkühlungsgleichung

$$\partial = \partial_0 \, e^{t/T}$$

kann bekanntlich für ein beliebig vorgeschriebenes Belastungsspiel der Temperaturverlauf leicht ermittelt werden. Sofern man als veränderlich die Größen ∂/∂_∞, ∂/∂_0, t/T ansieht, genügt als Ausgangspunkt die Zeichnung je einer einzigen Kurve für Erwärmung und Abkühlung. Das neuerdings von R. Jaques angegebene besondere Verfahren für die Durchführung einer solchen Ermittlung bietet an sich wenig Bemerkenswertes.

Es wird aber ferner an Hand einer ausführlichen, rein mathematischen Entwicklung gezeigt, wie man das Verfahren erweitern kann, um

1. die Änderung der Wärmeübergangszahl mit der Temperatur, und
2. die Änderung der Stromwärmeverluste mit der Temperatur zu berücksichtigen.

Wie aus einem ausgeführten Zahlenbeispiel an einem Transformator hervorgeht, können die Unterschiede gegenüber der obenerwähnten einfachen Rechnung bedeutend sein. — Den unter 1. und 2. genannten Einflüssen könnte man auch einfach durch eine entsprechende Unterteilung der Arbeitsperioden mit verschiedenen Werten der Wärmeübergangszahl und der elektrischen Leitfähigkeit Rechnung tragen. In Verbindung etwa mit den von Wolf[1]) angegebenen Hilfsmitteln wird man vielleicht

[1]) 1 $ = 2,49 RM.

[1]) Wolf, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 3 (1923) H. 1, S. 77.

eine Aufgabe dieser Art so noch schneller lösen können. [R. J a q u e s, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) S. 217.] *Bdk.*

621. 318. 423. 017. 7 **Änderung der Induktivität von eisenlosen Spulen infolge Wärmeausdehnung.** — Die Änderung der Spuleninduktivität durch Erwärmung, die für gewisse Schwingkreise, in welchen eine sehr genaue Einhaltung der Konstanten notwendig ist, untersucht und beseitigt werden muß, beträgt für eine Spule mit dem Durchmesser D, Axiallänge a und radialer Wicklungsabmessung r

$$L' - L = n^2 D \gamma \tau \, [\Phi - (\alpha + \varrho) \Psi] \text{ in cm},$$

wobei n die Windungszahl, γ der Wärmeausdehnungskoeffizient, τ die Übertemperatur, $\alpha = a/D$, $\varrho = r/D$ die Formfaktoren der Spule, Φ die Einheitsinduktivität und $\Psi = \mathrm{d}\Phi/\mathrm{d}\alpha$ sind. Werte von Ψ wurden anläßlich der Kräfteberechnung zwischen Spulen zeichnerisch angegeben[1]). Mit der Erwärmung ändert sich auch die mit Rücksicht auf die Windungsisolation in die Rechnung eingeführte Korrektion[2]), jedoch ist diese Änderung sehr klein und kann unberücksichtigt bleiben. Als vorbeugende Maßnahmen zur Beseitigung des Temperatureinflusses wird die Konstanthaltung der Temperatur durch einen Hilfsstrom[3]) sowie die mechanische Vorspannung der Wicklung erwähnt. Eine andere Gruppe bilden die verbessernden Maßnahmen, bei welchen die Spule aus mehreren Teilen besteht, deren Gegeninduktivität bei der Ausdehnung verkleinert wird, um die tatsächliche Selbstinduktivitätserhöhung zu kompensieren. Als erstes Beispiel einer solchen Anordnung wird eine zweiteilige Zylinderspule behandelt, deren beide Teile durch die Erwärmung ihren Abstand vergrößern. Die so hervorgerufene Verkleinerung der Gegeninduktivität kann bei passender Wahl des Wärmeausdehnungskoeffizienten des verbindenden Teils die Erhöhung der Selbstinduktivität beider Spulenteile kompensieren. Als zweites Beispiel wird eine durch einen koaxialen äußeren Metallzylinder abgeschirmte Zylinderspule angeführt[4]). Nimmt man einen aus temperaturunabhängiger Sonderlegierung hergestellten Zylinder an, so vergrößert sich infolge der Ausdehnung des Spulendurchmessers die Induktivitätsabnahme durch Abschirmung, wodurch die eigentliche Erhöhung der Selbstinduktivität der Spule kompensiert wird. [J. H a k, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 9, S. 617.]

538. 54 : 621. 3. 025. 6 **Zur Berechnung des auf Metallkreisplatten im hochfrequenten Magnetfeld wirkenden Drehmoments.** — Bei Berechnung dieses Drehmoments muß die radiale Stromverdrängung in der Kreisplatte berücksichtigt werden, was mit Benutzung des Näherungsverfahrens durch Zerlegung[5]) bequem geschehen kann. Wird die Platte in p Kreisringe zerlegt, in welchen eine gleichmäßige Stromverteilung angenommen wird, und ist $i_\nu = -I_s \, (i_\nu' - j \, i_\nu'')$ der Strom in dem ν-ten Kreisring, so ergibt sich für das Drehmoment T in dyn cm bei einer Neigung von 45° zwischen Plattenebene und Feldrichtung,

$$T = n \, \Gamma \text{ mit } n = \pi^2 H^2 D^3/32 \text{ und}$$

$$\Gamma = \frac{1}{9 \, p^4} \Sigma \, i_\nu' \, [\nu^3 - (\nu - 1)^3],$$

wobei H den Effektivwert des Feldes in Gauß und D den Plattendurchmesser in cm bedeuten. Werte von i_ν' erscheinen als ein Verhältnis von 2 Determinanten, die Funktionen von $C = 5 \cdot 10^5 \, \sigma / f \, D \, t$ sind; (t = Plattendicke in cm, σ spez. Widerstand in Ω m/mm², f Frequenz). Für die Teilung $p = 5$ werden numerische Koeffizienten angegeben, die die Berechnung von i_ν' erleichtern. Die eingeführte Funktion Γ ist nur von C abhängig, so daß sämtliche Werte von T/n für beliebige Werte von H, f, D, t und σ durch eine einzige Kurve dargestellt werden können. Man hat z. B. für $C = 0$, 10, 20, 40, 100 der Reihe nach $100 \, \Gamma = 4{,}45$, 3,47, 2,66, 1,485, 0,370. Die berechneten Werte von Γ werden mit den sich aus den Messungen von T a y l o r[1]) ergebenden Werten verglichen und in guter Übereinstimmung gefunden. [J. H a k, Hochfrequenztechn. 45 (1935) S. 170.] *Sb.*

[1]) ETZ 50 (1929) S. 193.
[2]) ETZ 50 (1929) S. 1140; Rev. gén. Electr. 36 (1934) S. 875 und ETZ 56 (1935) H. 26, S. 744.
[3]) DRP. 554 653.
[4]) DRP. 598 724.
[5]) Vgl. ETZ 54 (1933) S. 125, 152; 56 (1935) S. 87, 386; Hochfrequenztechn. 43 (1934) S. 76; 45 (1935) S. 14.

537. 56 **Gasentladungen in der Nebelkammer.** — Man kann die Ionenverteilung in den der Funkenentladung vorhergehenden Zuständen nachweisen, wenn man an die in einer Wilsonschen Nebelkammer befindliche Funkenstrecke für kurze Zeit Spannung anlegt. Dieses Verfahren benutzen sowohl H. R a e t h e r wie C. D. B r a d l e y und L. B. S n o d d y. Die Funkenstrecke besteht aus Spitze und Platte. Ist die Spitze positiv, so schießen aus der Spitze beim Anlegen von ausreichenden Stoßspannungen Kanäle heraus, deren Richtung ungefähr dem Verlauf der Kraftlinien entspricht (Abb. 5). Mit steigender Spannung

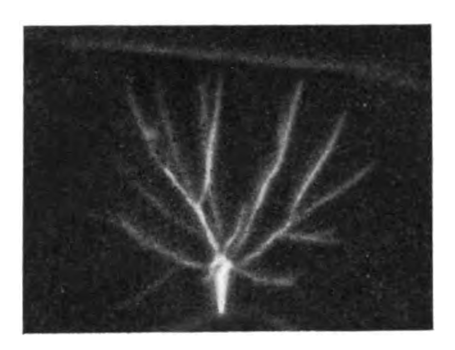


Abb. 5. Entladung in Luft, die beim Anlegen einer positiven Stoßspannung ($4 \cdot 10^{-5}$ s Stoßzeit, 8 kV) an eine Spitze gegenüber einer Platte entsteht.

wächst die Zahl der Kanäle, ihre Tropfendichte und ihre Länge, bis sie die Gegenelektrode erreichen. Der Durchschlag setzt aber erst ein, wenn die Leitfähigkeit eines der Kanäle groß genug ist. Auffallend ist die große Reichweite in das feldschwache Gebiet. Es muß also das Feld an der Spitze durch Raumladungsbildung so aufgeteilt werden, daß die Ionisierung des Gases in das feldschwache Gebiet hinausgeleitet wird. Der Mechanismus dieser Ausbreitung ist noch unbekannt. Bei negativer Spitze bildet sich eine dichte Wolke um die Spitze, in der einzelne Sektoren zu erkennen sind. Knapp vor dem Durchschlag schießt ein kanalförmiges Gebilde aus der negativen Wolke an die Gegenelektrode. Die Natur des Füllgases hat großen Einfluß. Bei Wasserstoff ist die negative Figur fast strukturlos, die positive zeigt stark verbreiterte Kanäle. Bei Kohlendioxyd zeigt die negative Figur bereits breite lange Kanäle, während die Kanalstruktur der positiven Figur scharf begrenzt ist. Für die räumliche Ausdehnung der Figur scheint die Beweglichkeit der Ionen eine wichtige Rolle zu spielen. [H. R a e t h e r, Z. Physik 94 (1935) S. 567; C. D. B r a d l e y u. L. B. S n o d d y, Physic. Rev. 47 (1935) S. 541.] *Br.*

Hochspannungstechnik.

537. 523 **Feldstärke und Oberflächenentladungen eines Dielektrikums bei spitzer Elektrode.** — Von großer Bedeutung für die zweckmäßige Weiterentwicklung der Isolationstechnik sind die genauen Kenntnisse der elementaren physikalischen Vorgänge nicht nur im Innern des Dielektrikums, sondern auch an der Oberfläche. Die physikalische Natur der Vorgänge an der Oberfläche eines Dielektrikums ist eine wesentlich andere als die durch polarisierte Ladungsträger bewirkte Leitung im Dielektrikum selbst. Größtenteils lassen sich die Gesetze der kinetischen Gastheorie mit Erfolg anwenden. Um einfachere mathematische Beziehungen zu erhalten, denke man sich die Elektrodenspitze als Grenzfall eines Rotationshyperboloides. Ihr gegenüber soll sich ein ausgedehntes Dielektrikum befinden, das durch einen kleinen Zwischenraum von der Elektrode getrennt sein soll. In der Potentialtheorie werden die Potentialflächen dieser Konfiguration, gleichfalls die Orthogonalen ohne Berücksichtigung des eingeschobenen Dielektrikums aus der



[1]) P a u l K. T a y l o r, Proc. Inst. Radio Engr. 22 (1934) S. 886.

Laplaceschen Potentialgleichung abgeleitet. Das neue Feldlinienbild nach Einschieben eines dünnen Dielektrikums läßt sich aus dem homogenen Feld durch zweckmäßige Koordinatentransformation herleiten, so daß die Aequipotentialflächen in der Nähe der Elektrode viel zusammengedrängter sind. In diesem inhomogenen Felde werden die Bewegungsvorgänge der Ladungsträger, in der Hauptsache sind es Elektronen, beschrieben.

Nach Anlegen einer negativen Spannung an die Elektrode entstehen zu den schon vorhandenen freien Ladungen in der Nähe der Elektrode noch Raumladungen. Naturgemäß entsteht ein Konzentrationsgefälle und die Elektronen, die bei noch niedriger Elektrodenspannung in der Mehrzahl gegenüber den Ionen vorhanden sind, versuchen wegzudiffundieren. Sind viele Elektronen im Raume und weisen die Elektronen eine statistisch erfaßbare Verteilung auf, so genügt dem physikalischen Vorgang der Diffusion bei gleichzeitiger Einwirkung der elektrischen Feldstärke eine in der Thermodynamik bekannte Differentialgleichung. Um eine Lösung der Gleichung zu erhalten, die den Tatsachen entspricht, müssen zweckentsprechende Grenzbedingungen gewählt werden. Näherungsweise ist anzunehmen, daß sehr viele Träger in die Intramolekularräume des Dielektrikums gelangen oder an der Oberfläche haften bleiben. Diese Erscheinung kann durch eine Wahrscheinlichkeitsfunktion mit bestimmten Bedingungen erfaßt werden. Man errechnet die im Durchschnitt zu erwartende Zeit, in der ein Elektron an die Dielektrikumsoberfläche gelangt und festgehalten wird. Die Integration über den Raum und die Zeit ergibt die raumladungsbildende Anzahl Elektronen.

Gleichzeitig lassen sich die strahlenförmig sich ausbreitenden Entladungskanäle erklären, wie sie die klydonographischen Aufnahmen von Max. Toepler bei verschiedener Steigerung der Spannung und verschiedener Polarität deutlich zeigen. Der Grund, der in der mathematischen Darstellung des inhomogenen Feldes sehr deutlich zum Ausdruck kommt, liegt im Auftreten eines Maximums der Feldstärke an der Oberfläche des Dielektrikums. Demzufolge werden die Ladungsträger, die in den Bereich zunehmender Feldstärke gelangen, sehr stark beschleunigt. Reicht die kinetische Energie aus, so tritt Stoßionisation ein, die sich über die ganze Oberfläche ausbreitet. Im wesentlichen werden Entladungen an der Oberfläche durch die beschriebenen physikalischen Vorgänge eingeleitet, die, unter diesen Voraussetzungen betrachtet, eine der Wirklichkeit viel nähere Interpretierung ermöglichen. Aus allen diesen Überlegungen lassen sich einige Folgerungen für die notwendige Beschaffenheit der Isolierstoffe ziehen. Das Dielektrikum soll möglichst viele Ladungsträger ableiten können, und die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten stoffzersetzender Oberflächenentladungen ist viel kleiner. [J. Müller, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 8, S. 568.]

AUS LETZTER ZEIT.

Neuer Saarlandsender wird errichtet. — Die Rückgliederung des Saarlandes macht es Deutschland zur Pflicht, die bessere Versorgung des nunmehr endgültig deutschen Gebietes mit deutschem Rundfunk beschleunigt in die Wege zu leiten. Zu diesem Zweck wird im Saarland an einer noch zu bestimmenden Stelle ein Rundfunksender mit einer Telephonieleistung von 17 kW und der Welle 1249 kHz aufgestellt werden. Da der Sender erst im Jahre 1936 fertiggestellt sein kann, ist auf der genannten Welle vorerst ein behelfsmäßiger Sender mit einer Telephonieleistung von 0,7 kW in Dienst gestellt worden.

Gleichwellensender Reichenbach. — Bei Reichenbach in Schlesien ist mit dem Bau eines neuen Gleichwellensenders begonnen worden. Es handelt sich um einen Sender von 5 kW, der auf der gleichen Welle arbeiten wird wie der Sender Gleiwitz.

Die Leistung der Elektrizitätswerke Berlins. — Die gesamte eingebaute Leistung der Berliner Elektrizitätswerke beträgt heute 835 500 kW. Vor 50 Jahren, am 15. 8. 1885, wurde die erste Zentrale Berlins mit 12 Dynamos eröffnet[1]), die je eine Höchstleistung von 110 V und 375 A, also alle zusammen rd. 500 kW aufbrachten. Die größte Einzelleistung einer Maschine ist demnach in Berlin von 41,3 kW auf 80 000 kW (Klingenberg-Werk) gestiegen.

[1]) Vgl. Siemens-Z. 15 (1935) S. 443. Ferner ETZ 56 (1935) H. 24, S. 665; H. 26, S. 736.

Kapazitätsausnutzung der deutschen Industrie. — Nach Untersuchungen über die Ausnutzung der Erzeugungsfähigkeit in den einzelnen Wirtschaftszweigen, die vom Institut für Konjunkturforschung gemeinsam mit anderen Stellen durchgeführt wurden, war im ersten Halbjahr 1935 der Bergbau mit 60 % der wirtschaftlichen Kapazität ausgenutzt, die Elektroindustrie mit 64 %, die Elektrizitätswerke mit 61 % und die Gaswerke mit 67 %.

Höchstziffern für deutsche Hochschulen. — Der Reichsminister für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung hat für die nachfolgend angeführten Hochschulen folgende Höchstziffern festgesetzt, die jedoch nur für das Wintersemester 1935/36 gelten:

1. Universitäten: Berlin 6900; Frankfurt 1700, Köln 2600, Leipzig 3300, Hamburg 2100, München 5400, Münster 2900.
2. Technische Hochschulen: Berlin 2000, Dresden 1600, München 2100.
3. Handelshochschulen: Berlin 550, Leipzig 350.

Dadurch sind Neuimmatrikulationen an diesen Hochschulen nur in beschränktem Umfange möglich.

Kurzwellen-Großsender in Italien. — In der Funkstation Coltano ist ein Kurzwellensender von 13 bis 100 m Wellenlänge errichtet worden, der Italien mit allen Teilen der Erde verbinden soll. Die Antennenleistung beträgt 56 kW für Telegraphie und 35 kW für Telephonie bei 80 % Modulation. Die Frequenzkurve zeigt in einem Bereich von 50 bis 10 000 Hz Unterschiede von ± 0,23 Neper. Eine Neuerung dieses Senders ist ein Vierwellenraster. Durch Drehen von Kondensator- und Spulensätzen ist es in kürzester Zeit möglich, vier Wellen zu wechseln. Die Einstellgenauigkeit für 2 Wellen beträgt 2 : 100 000, für die beiden anderen 5 : 100 000. Vier senkrechte Einheitsluftleiter sind für die vier Wellenstellungen über Hochfrequenzkabel gekoppelt. *Fl.*

Funkverbindung Asmara—Rom. — Nach einer Meldung der British United Press ist eine Funk-Fernsprechverbindung zwischen Asmara, der Hauptstadt der italienischen Kolonie Erythrea, und Rom in Betrieb genommen worden.

Beschädigung eines Fernsprech-Seekabels im Kanal. — Am 3. 9. wurde ein Fernsprech-Seekabel im Kanal durch einen Schiffsanker durchgerissen. Dadurch ist eine große Zahl wichtiger internationaler Fernsprechleitungen gestört worden, u. a. 10 von den 30 Leitungen London—Paris, 3 Leitungen von London nach Zürich, 2 nach Mailand und je 1 nach Genf, Marseille, Basel, Madrid, Lille, Rom und Budapest. Im Laufe des Tages konnten alle Verbindungen, mit Ausnahme derjenigen nach Paris und Lille, auf anderem Wege wieder in Betrieb gesetzt werden.

Leichttriebwagen für die Bern-Lötschberg-Simplon-Bahn. — Die Bern-Lötschberg-Simplon-Bahn hat kürzlich einen elektrisch angetriebenen Leichttriebwagen in den Dienst gestellt, dem noch 4 weitere folgen sollen. Der Wagen wiegt leer 34 t und hat 2 Motoren zu je 200 PS. Der Strom wird der Oberleitung entnommen und über einen auf dem Dach befindlichen ölgekühlten Transformator mit Hilfe der Schützensteuerung den Motoren zugeführt. Der Wagen bietet 92 Personen Sitzplätze, außerdem sind noch 30 Stehplätze vorhanden. Mit dem neuen Wagen wird eine Geschwindigkeit von 90 km/h erreicht. Durch Auflockerung des Verkehrs hofft man den Betrieb wieder wirtschaftlicher zu gestalten. Die Deutsche Reichsbahn verfolgt bekanntlich dasselbe Ziel durch Inbetriebnahme von Wechselstrom-Triebwagen und dieselelektrischen Wagen.

Fernsprechanlagen auf dem Elbrus. — Reuters Handelsdienst meldet aus Moskau, daß die durch die Höhenlage bemerkenswerte Herstellung von Fernsprechanlagen auf dem Elbrus (Kaukasien) beendigt ist. Die beiden höchsten Stationen befinden sich auf der Westspitze in 5500 m Höhe und auf der Ostspitze (5400 m). Andere Stationen liegen 5200 m, 4100 m und 3200 m hoch. Stationen bestehen auch im Touristenhotel (3200 m) und bei der Dienststelle der Akademie der Wissenschaften (1800 m).

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Bekanntmachung.

Der Elektrotechnische Verein hat in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule in den Monaten Januar bis März 1935 eine Vortragsreihe über „Elektrische Bahnen" veranstaltet[1]). Sie behandelte das gesamte Gebiet der elektrischen Bahnen, also Vollbahnen, Stadt- und Vorortbahnen, Straßenbahnen und Bergbahnen. Die Vortragsreihe, die sehr viel Anklang gefunden hat, unterrichtet über den neuesten Stand dieses Gebiets, nämlich über

I. Berechtigung des elektrischen Zugbetriebes. Von Dr.-Ing. E. h. Wilhelm Wechmann, Reichsbahndirektor und Mitglied der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

II. Die ortsfesten Anlagen des elektrischen Zugbetriebes. Von Dr.-Ing. E. h. Werner Usbeck, Direktor bei der Reichsbahn und Abteilungsleiter der Reichsbahndirektion Altona.

III. Drehumformer und Stromrichter zum Anschluß an vorhandene Drehstromnetze. Von Dr.-Ing. Ottomar Kasperowski, Reichsbahnrat und Leiter der Elektrotechnischen Versuchsanstalt der Reichsbahn in München.

IV. Elektrische Lokomotiven. Von Walter Kleinow, Regierungsbaurat a. D., Direktor der AEG Lokomotivfabrik Hennigsdorf.

V. / VI. Die elektrische Lokomotivausrüstung. Ihre Systeme und ihre Anwendungen im Ausland. Von Professor Dr.-Ing. Paul Müller, Bahnabteilung der Siemens-Schuckertwerke, Berlin-Siemensstadt.

VII. Elektrische und dieselelektrische Triebwagen. Von Friedrich Schlemmer, Reichsbahnoberrat a. D., Mitglied des Vorstandes und Leiter der Bahnabteilung der AG. Brown Boveri & Cie. in Mannheim.

VIII. Straßen- und Untergrundbahnen. Von Wilhelm Benninghoff, Mitglied des Vorstandes und Direktor der Berliner Verkehrs-Gesellschaft AG.

IX. Bergbahnen. Von Dr.-Ing. Kurt Hilsenbeck, Zugspitzbahn-AG., Garmisch.

Die Vortragsreihe ist jetzt unter dem Titel: „Das elektrische Eisenbahnwesen der Gegenwart" im Verlag für Sozialpolitik, Wirtschaft und Statistik G. m. b. H erschienen, herausgegeben von Herrn Reichsbahndirektor Dr.-Ing. E. h. Wechmann, mit 130 Seiten und 125 Bildern; bei größerer Sammelbestellung broschiert 6 RM, gebunden 7,50 RM.

Bestellungen erbittet die Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, II.

Elektrotechnischer Verein e.V.

Der Generalsekretär:

Dr. Schmidt.

[1]) ETZ 55 (1934) S. 1259.

Bericht

über die außerordentliche Sitzung des Elektrotechnischen Vereins und der Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens e. V. am 7. Mai 1935 in der Technischen Hochschule in Berlin-Charlottenburg.

Besprechung des Vortrags[1])

des Herrn Professor Dr. Jonkheer Elias, Delft:

„Untersuchungen und Probleme der Ionosphäre"

Vorsitz: Herr Präsident a. D. Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. K. W. Wagner.

An den mit sehr großem Beifall aufgenommenen Vortrag des Herrn Professor Dr. Jonkheer Elias schloß sich nachstehende Besprechung an.

Vorsitzender: Herr Prof. ELIAS, Sie haben aus dem lebhaften Beifall entnommen, daß Ihre Ausführungen unser größtes Interesse gefunden haben. Sie haben in Ihrem Vortrag gezeigt, wie man durch systematische und mit großer Geduld und Liebe angestellte Beobachtungen an Hand fein durchgeführter theoretischer Überlegungen tiefgehende Schlüsse über die Vorgänge in der höheren Atmosphäre ziehen kann. Ich möchte mich durchaus Ihrer Ansicht anschließen, daß die Forschung auf diesem Gebiet auch noch weiterhin ein recht dankbares Arbeitsfeld finden wird. Die Erforschung der Ionosphäre ist von Bedeutung für eine ganze Reihe von Wissenszweigen. Zunächst denken wir als Ingenieure und Techniker an die Funkentelegraphie, an die Ausbreitung elektrischer Wellen. Darüber hinaus sind diese Arbeiten für die geophysikalische Wissenschaft im allgemeinen von großem Wert und werden auch hier vielleicht einmal erhebliche praktische Bedeutung erlangen. Nach den neueren Forschungen der Meteorologen scheint es, daß die Witterungserscheinungen, die sich in der unteren Luftschicht, in der sog. Troposphäre, abspielen, von den Luftbewegungen in der hohen Atmosphäre, der Stratosphäre, gesteuert werden; es ist durchaus möglich und sogar wahrscheinlich, daß diese Zusammenhänge bis in die Ionosphäre übergreifen. Andeutungen für einen Zusammenhang zwischen gewissen Wetterlagen und den Eigenschaften der Ionosphäre scheinen bereits vorzuliegen. Es wäre also recht gut denkbar, daß wir durch Beobachtungen der Ionosphäre den Meteorologen Unterlagen liefern können für weitergehende Schlüsse in bezug auf den Mechanismus der Witterungsbildung. Über diesen wissen wir zur Zeit noch sehr wenig; seine Kenntnis ist aber notwendig, wenn ein Wettervoraussagen auf längere Zeit ermöglicht werden soll. Über die praktische Bedeutung dieser Frage brauche ich wohl nichts zu sagen.

Mit diesen wenigen Worten wollte ich nur kurz darauf hinweisen, welche große Bedeutung gerade den Forschungen auf dem Gebiete der Ionosphäre zukommt. Wir freuen uns sehr, von Ihnen, Herr Prof. ELIAS, diesen lehrreichen Vortrag erhalten zu haben, über ein Gebiet, auf dem Sie theoretisch und experimentell so erfolgreich gearbeitet haben. Wir danken Ihnen herzlich! (Lebhafter Beifall).

Ich eröffne nunmehr die Besprechung.

Herr Fränz: Ich darf in diesem Zusammenhang mitteilen, daß die Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens eine Expedition nach Tromsö in Norwegen geschickt hatte, um dort Echountersuchungen durchzuführen, und daß die Ergebnisse dieser Expedition außerordentlich gut mit dem übereinstimmen, was uns Herr Prof. ELIAS mitgeteilt hat, und zwar besonders hinsichtlich der beiden Schichten und der Vorgänge in 200 und 100 km Höhe. Wir haben ebenfalls gefunden, daß mindestens zwei Gründe für die Ionisierung der oberen Schichten vorhanden sind: einmal eine normale Einstrahlung des Sonnenlichts, die einen ausgeprägten jahreszeitlichen Gang hat, und zum andern die unregelmäßige Ionisierung des Nachts, die keinen jahreszeitlichen Gang aufweist. Dasselbe gilt auch für die untere Schicht in 100 km Höhe. Auch in dieser Schicht haben wir einen täglichen und einen jahreszeitlichen Gang gefunden,

[1]) Auszug aus dem Vortrag auf S. 1085 dieses Heftes.



der mit der normalen Sonneneinstrahlung zusammenhängt, sowie einen sehr ausgeprägten Einfluß der Korpuskularstrahlen.

Herr **Elias:** Es ist interessant, daß die Beobachtungen in Tromsö dieses Ergebnis gehabt haben. Es ist immerhin etwas anders als das Ergebnis der Beobachtungen auf Grönland. Auf Grönland hat man ein sehr scharfes tägliches Maximum abends um 8^h und ein schwächeres tägliches Maximum morgens um 4^h gefunden. Das Jahresmaximum hat sich im Frühjahr, und zwar im Mai, gezeigt. Es war allerdings nicht so stark ausgeprägt wie das tägliche Maximum.

(Herr **Fränz:** Bezieht sich das auf die Nachtschicht?) Das bezieht sich auf alle Reflektionsvorgänge. Die Reflektion bei Tag und Nacht zeigt auf Grönland stets denselben Charakter.

Herr **Fränz:** Ich war ganz überrascht, daß die Beobachtungen in Tromsö und Delft so schön übereinstimmen. Ein Unterschied besteht nur darin, daß die Nachtionisierung niemals unmittelbar nach dem Aufhören der Tagesionisation beobachtet wurde, sondern daß immer eine Pause zwischen Tages- und Nachtionisation bestand. Wir nehmen an, daß die Nachtionisation plötzlich einsetzt.

Herr **Elias:** Wir haben auch vor einigen Jahren gefunden, daß sich zwischen Tages- und Nachtionisation oftmals eine Lücke zeigt. Im letzten Winter haben wir diese Lücke nur selten gefunden. Es ist möglich, daß sich diese Lücke im Herbst mehr zeigt als im Winter. Im letzten Winter haben wir immer gefunden, daß die Nachtionisation entweder im Laufe der Nacht eintritt oder unmittelbar auf die Tagesionisation folgt.

Herr **Sturm:** Bei den Untersuchungen, die im Auftrage der Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens ausgeführt wurden, war besonders auffallend, daß in der Nacht vom 4. zum 5. Oktober — die Sie in Ihren Lichtbildern auch gezeigt haben — ein ähnlicher Verlauf der Ionisierung sichtbar geworden ist wie bei Ihnen, und zwar stimmt die Uhrzeit des Auftretens der Nachtionisierung genau überein.

Herr **Elias:** Diese zeitliche Übereinstimmung ist sehr interessant.

Herr **Liebmann:** Könnte uns Herr Prof. ELIAS etwas über die Technik der Experimente, über die Häufigkeit und Genauigkeit der Beobachtungen sagen?

Herr **Elias:** Die Beobachtungen wurden zwei- bis dreimal wöchentlich 24 h hindurch gemacht. Wir haben sie auf 8 bis 9 Monate ausgedehnt. Daraus haben wir die Kurven für das Erscheinen und Verschwinden der Ionisation entnommen. Die Schwankungen sind nicht sehr groß. Die Tagesionisation verschwindet nicht immer zur selben Zeit, sondern das eine Mal früher und das andere Mal etwas später. Es scheint, daß als Ursache hierfür vielleicht eine Turbulenz in Frage kommt. Man müßte über viel umfangreichere Beobachtungen verfügen, wenn man Genaueres mitteilen wollte. (Beifall.)

Vorsitzender: Man darf sich nicht vorstellen, daß in der Ionosphäre, in der oberen Stratosphäre, irgendwie Ruhe herrscht. Wahrscheinlich brausen dort wilde Stürme, gegen die das, was wir hier auf der Erde beobachten, nur ein harmloses Säuseln ist. Andeutungen hierfür findet man, wenn man versucht, durch sehr schnelle Aufnahmen den Ablauf der Vorgänge in der Ionosphäre genauer zu ergründen. Ich möchte hier zunächst auf Untersuchungen dieser Art hinweisen, die Prof. Z e n n e c k in München mit seinen Schülern durchgeführt hat. Wir haben gelegentlich in Tromsö und hier Kinoaufnahmen von dem Echo an der Ionosphäre gemacht und dabei oft sehr große und schnelle Schwankungen beobachtet. Alles dieses deutet auf heftige Luftbewegungen in der Ionosphäre hin. Um über dieselben Näheres aussagen zu können, bedarf es natürlich einer noch viel weiter ausgedehnten Forschungsarbeit.

Herr **Elias:** Es ist aber auffällig, daß am Tage die Verhältnisse viel ruhiger sind als in der Nacht. Die Unregelmäßigkeiten zeigen sich nur bei der nächtlichen Ionisation. Bei der Tagesionisation haben wir immer dieselben Verhältnisse festgestellt. Nur das Verschwinden der Tagesionisation trat nicht immer zum gleichen Zeitpunkt ein.

Herr **A. Meißner:** Ich sehe die nächste Aufgabe darin, eindeutig festzustellen, ob an Orten, die n i c h t weit auseinander liegen, die gemessenen Höhen in jeder Beziehung parallel laufen, und möchte anfragen, ob daraufhin die Messungen des Herrn Vortragenden mit den Messungen von A p p l e t o n , dessen Meßstelle etwa 250 km entfernt auf demselben Längenkreis liegt, verglichen worden sind.

Herr **Elias:** Die Messungen stimmen im großen und ganzen überein. Nur kann ich die Ansicht A p p l e t o n s nicht teilen. Er gibt an, daß die nächtliche Ionisation stets eine Fortsetzung der Tagesionisation sei. Ich glaube nicht, daß das der Fall ist. Über die Zeit des Einsetzens der Ionisation haben wir keine genauen Vergleiche gemacht. Wir hatten die Messungen in der Hauptsache mit derselben Welle gemacht. A p p l e t o n meinte, wir sollten während der Versuche die Wellenlänge je nach Bedarf ändern. Wir haben das getan, sind aber trotzdem nicht zu seiner Ansicht gelangt. (Beifall.)

Herr **Niemann:** Haben Sie auch Untersuchungen zur Zeit einer Sonnenfinsternis gemacht, und haben sich da Phasenverschiebungen gezeigt?

Herr **Elias:** Untersuchungen gelegentlich einer Sonnenfinsternis haben wir nicht systematisch durchgeführt. Englische und auch deutsche Forscher haben solche Untersuchungen gemacht. Aus den Ergebnissen ist wohl zu entnehmen, daß die Hauptursache der Tagesionisation das ultraviolette Licht ist. Man hat auf Grönland Versuche gemacht, um die Ergebnisse mittels ungeladener korpuskularer Strahlungen zu deuten. Die Versuche sind aber fehlgeschlagen; sie haben nichts ergeben. Ziemlich eindeutig ist nur das Ergebnis, daß bei Sonnenfinsternis, wenn das ultraviolette Licht verschwindet, auch die Ionendichte geringer wird, daß also das ultraviolette Licht als die Hauptursache der Tagesionisation anzusehen ist.

Herr **Niemann:** Führt das Auftreten von Sonnenflecken zu besonderen Erscheinungen?

Herr **Elias:** Das haben wir nicht festgestellt; es wäre aber gleichwohl möglich. In Amerika hat man diese Erscheinungen etwas statistisch verwertet. Es sind aber im allgemeinen mehr Empfangsmessungen, die statistisch das Verhältnis der Empfangsstärke zur Stärke der Sonnenflecken angeben.

Herr **Niemann:** Bei dem jetzigen Sonnenfleckenminimum wären solche Erscheinungen auch sehr schwer festzustellen.

Vorsitzender: Man hat festgestellt, daß im allgemeinen ein Parallelismus zwischen der Häufigkeit der Sonnenflecken und der magnetischen Aktivität besteht, die ihrerseits einen Maßstab für die Stärke der für die Korpuskularstrahlung und der von ihr bewirkten Ionisierung der hohen Atmosphäre bildet. Aber wie ich von den Geophysikern gehört habe, läßt sich dieser statistisch erhaltene Zusammenhang nicht auf den einzelnen Sonnenflecken übertragen. Man hat nicht erweisen können, daß ein bestimmter Sonnenfleck einer bestimmten magnetischen Störung entspricht. Es gibt offenbar Sonnenflecke verschiedener Art: solche, die magnetische Störungen hervorrufen, und solche, die es nicht tun. Ein wichtiges Ergebnis der Beobachtungen, die die Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens in Tromsö zwei Jahre lang durchgeführt hat, war der Nachweis, daß auch ein Parallelismus zwischen den magnetischen Störungen und den Eigenschaften der Ionosphäre besteht. Ein entsprechender Zusammenhang muß nach dem Gesagten also auch zwischen der Häufigkeit der Sonnenflecken und den Veränderungen der Eigenschaften der Ionosphäre bestehen; dagegen scheint nicht jeder einzelne Sonnenfleck die Ionosphäre zu beeinflussen.

Herr **Leithäuser:** Haben Sie gelegentlich auch einmal Aufnahmen gemacht, die in der Nacht eine außerordentlich große Gleichförmigkeit und auch sehr große Vielfachreflektionen ergeben haben? Wir haben solche Dinge öfter gehabt. Ich glaube sogar, daß das Mondlicht hierbei von Bedeutung ist und die Gleichförmigkeit und Zahl der Reflektionen bedingen kann. Bei Neumond scheint bei ruhiger Atmosphäre die Gleichförmigkeit so groß zu werden, daß man bis zu 5, 6 und noch mehr Reflektionsschichten feststellen kann.



Herr **Elias**: Wir haben nicht beobachtet, ob der Stand des Mondes eine Rolle spielt. Wir haben aber oftmals in der Nacht eine vierfache Reflektion festgestellt. Wenn die Schicht ganz dünn wird, bekommt man eine Vielfachreflektion.

Herr **Leithäuser**: Es stimmt auch mit unseren Beobachtungen überein, daß die Gleichförmigkeit größer wird, je dünner die Schicht ist.

Vorsitzender: Es werden keine Fragen mehr gestellt. Herr Prof. ELIAS, auch die lebhafte Aussprache, die Ihr Vortrag hervorgerufen hat, bekundet das große Interesse, das Ihre Ausführungen in unserem Kreise geweckt haben. Ich danke Ihnen nochmals und schließe unsere Sitzung. (Beifall.)

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

IEC

8. Volltagung der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) in Scheveningen und Brüssel sowie Sitzungen einzelner Ausschüsse in Prag.

An der diesjährigen Volltagung der IEC waren 20 Länder mit insgesamt etwa 350 Vertretern beteiligt. Das deutsche Komitee der IEC unter Führung von Prof. Dr. M. Kloß, Technische Hochschule Berlin, war mit 39 Herren vertreten. Die offiziellen Eröffnungssitzungen fanden am 18. 6. 1935 im Kurhaus Scheveningen und am 24. 6. 1935 im Palais des Académies in Brüssel statt.

Vom 18. bis 21. 6. tagten im Palast- und Oranje-Hotel in Scheveningen die folgenden Arbeitsausschüsse der IEC:

Nr. 1. Benennungen,
„ 2. Maschinen und Transformatoren,
„ 5. Dampfturbinen,
„ 7. Aluminium,
„ 10. Isolieröle,
„ 11. Freileitungen,
„ 12. Funkwesen,
„ 15. Schellack,
„ 18. Elektrische Schiffsausrüstung,
„ 20. Kabel,
„ 22. Stromrichter.

Außerdem war Gelegenheit zu verschiedenen technischen Besichtigungen gegeben; so fand z. B. am 22. 6. ein Besuch des teilweise trockengelegten Zuidersees statt.

Vom 24. bis 27. 6. tagten im Shellhaus in Brüssel folgende Arbeitsausschüsse:

Nr. 3. Schaltzeichen und Schaltbilder,
„ 6. Fassungen und Sockel,
„ 8. Normalspannungen, -ströme, Hochspannungsisolatoren,
„ 9. Elektrische Bahnausrüstung, Comité Mixte für Elektrische Bahnausrüstung,
„ 13. Elektrische Meßinstrumente,
„ 16. Klemmenbezeichnungen,
„ 17. Hochspannungsschaltgeräte,
„ 19. Verbrennungsmotoren.
„ 21. Akkumulatoren.

In Scheveningen und in Brüssel fand außerdem je eine Sitzung des Committee of Action, und in Brüssel eine Sitzung des Council statt.

Während und nach der Tagung in Brüssel waren wiederum einige technische Besichtigungen vorgesehen. Besonders erwähnt sei die vorzügliche Organisation der Tagung und die Gastfreundschaft des holländischen und belgischen Komitees der IEC.

Nachstehend wird eine Übersicht über die wesentlichsten Ergebnisse der Verhandlungen in den einzelnen Arbeitsausschüssen gegeben. Außerdem wird an dieser Stelle der Bericht über die Arbeitssitzungen einiger IEC-Ausschüsse nachgeholt, die vom 8. bis 13. 10. 1934 in Prag getagt haben. Da einzelne Teilberichte über diese Sitzungen nicht rechtzeitig eingegangen waren, konnte über die Prager IEC-Sitzungen erst in diesem Zusammenhang berichtet werden.

Deutsches Komitee
der
Internationalen Elektrotechnischen Kommission.

Der Vorsitzende: M. Kloß.
Der Schriftführer: H. Blendermann.

Ausschuß 1. Benennungen.

Sitzung in Scheveningen: 18. bis 21. 6. 1935.

Sektion 1a: Internationales Wörterbuch.
Vorsitz: Lombardi (Italien).
Schriftführung: Dietsch (Frankreich).

Nach dem bisherigen Plan soll das Internationale Wörterbuch der IEC 14 Gruppen umfassen; von diesen lag bei der Tagung die erste, „Grunddefinitionen", in einer vorläufigen Form gedruckt vor. Es werden jedesmal zuerst der französische und der englische Fachausdruck mit einer französischen und einer englischen Definition gegeben; in einer weiteren Spalte folgen die Ausdrücke (nur diese) in deutscher, italienischer und spanischer Sprache und in Esperanto. Die Definitionen sind nicht auch in deutscher Sprache aufgenommen worden, weil bei der IEC satzungsgemäß nur das Französische und das Englische Verhandlungssprachen sind.

Die Aufnahme der Esperantoausdrücke ist lange erörtert worden. Einige nationale Ausschüsse begrüßen diese Hinzufügung warm, andere widersetzen sich ihr wenigstens nicht; ausgesprochene Gegner sind England und Polen.

Ob bei einer späteren Ausgabe des Wörterbuchs noch andere Sprachen (z. B. das Polnische) berücksichtigt werden können, läßt sich z. Z. noch nicht übersehen. Es kann nur begrüßt werden, wenn die zunächst noch nicht berücksichtigten Nationen schon jetzt für den Gebrauch in ihren eigenen Ländern Übersetzungen herstellen.

Den übrigen Komitees der IEC ebenso wie den internationalen Organisationen außerhalb der IEC wird natürlich nicht das Recht bestritten, neue Definitionen aufzustellen. Sie sollten jedoch immer nur in Fühlung mit dem Komitee 1a arbeiten, da es notwendig ist, Widersprüche zwischen den Festsetzungen verschiedener Körperschaften zu vermeiden.

Ein Vorschlag des schweizerischen Komitees, die Gruppe der „Stromrichter" zusammenfassend mit dem Namen „Mutator" zu bezeichnen, ist den nationalen Komitees zur Prüfung überwiesen worden.

Zur Schreibweise der Einheitennamen wurde gegen die Stimme des polnischen und unter Stimmenthaltung des spanischen Delegierten beschlossen, keine Änderung gegenüber den ursprünglichen Festsetzungen zuzulassen. Die (in Deutschland vorgeschriebene) Weglassung des Akzents bei Ampere wurde jedoch ausdrücklich gebilligt.

Für später ist in Aussicht genommen, dem Wörterbuch eine weitere Gruppe „Elektroakustik" zuzufügen.

Sektion 1b: Elektrische und magnetische Größen und Einheiten.
Vorsitz: Kennelly (V. S. Amerika).
Schriftführung: Dietsch (Frankreich).

In diesem Unterausschuß sind zunächst einige wichtige Einheitennamen endgültig festgelegt worden:

1. Die praktische Einheit des magnetischen Flusses heißt von jetzt ab nach einem französischen Vorschlag „Weber". Die Benutzung der Bezeichnung Voltsec (oder Voltsec/Wdg.) steht den Ländern frei (Norwegen, Polen, Rußland, Schweiz), die sich gegen die Einführung des Namens Weber ausgesprochen haben. Für eine andere

Einheit als die praktische Einheit des magnetischen Flusses darf die Bezeichnung „Weber" nicht verwendet werden.

2. Als Einheit der Frequenz empfiehlt die IEC nur das „Hertz" (mit der Abkürzung Hz); sie gestattet jedoch außerdem jede andere Bezeichnung, vorausgesetzt, daß sie richtig ist. (Die Bezeichnung kc/s wird z. B. als „unrichtig" angesehen.)

Die heute in der deutschen Starkstromtechnik noch vielfach übliche Bezeichnung Per/s ist demnach nicht verboten, da die IEC einen Zwang weder ausüben möchte, noch kann; sie erscheint jedoch nicht mehr in den Empfehlungen der IEC.

3. Zu dem deutschen Vorschlag, die praktische Einheit des Leitwerts mit „Siemens" zu bezeichnen, hat die IEC genau denselben Beschluß gefaßt. D. h. sie empfiehlt allein das Siemens, stellt aber ebenfalls den Gebrauch anderer Bezeichnungen frei, wenn sie richtig sind. Zu den richtigen Bezeichnungen dürften die Schreibweisen A/V oder 1/Ω zählen; zu den unrichtigen „Mho".

Der Unterausschuß hat weiter den früheren Beschluß bestätigt, wonach es erwünscht ist, die Konstante μ_0 („Induktionskonstante", „Permeabilität des leeren Raums") in die (Zahlenwert-) Gleichungen auch der Maßsysteme einzusetzen, in denen ihr Zahlenwert gleich 1 ist. Durch diese Maßnahmen soll sich der Elektrotechniker allmählich daran gewöhnen, daß die mit Dimension behaftete Konstante μ_0 ein wesentlicher Bestandteil der Gleichungen ist.

Der Vorschlag der Weltkraftkonferenz, für die „Kilowattstunde" einen kurzen Namen (z. B. Edison oder Miller) einzuführen, ist abgelehnt worden, da es wohl unmöglich wäre, auf diesem Wege der ständigen Verwechslung der Kilowattstunde mit dem Kilowatt in der nichttechnischen Literatur entgegenzuarbeiten.

Ein großer Teil der Verhandlungszeit war der Erörterung des Giorgischen umfassenden Maßsystems gewidmet. Darunter wird eine Zusammenstellung der praktischen elektrischen Einheiten mit dem Meter, dem Massenkilogramm und der Sekunde verstanden. Als Grundeinheiten sollen vier Einheiten gelten, und zwar die drei genannten mechanischen und eine noch auszuwählende elektrische. Die Vertreter Deutschlands und Österreichs schlossen sich dieser Auswahl der Grundeinheiten nicht an; sie halten es für besser, zunächst nur das Meter und die Sekunde festzulegen und erst später in der Mechanik zu diesen Einheiten etwa das Massenkilogramm, in der Elektrizitätslehre dagegen zwei elektrische oder magnetische Einheiten hinzuzunehmen (z. B. das Coulomb und das Volt oder das Coulomb und das Weber). Im übrigen wird fast einstimmig beschlossen, das Giorgische System — unter diesem Namen: die Bezeichnung „MKS-System" soll wegfallen — als umfassendes kohärentes System zu empfehlen. Dabei bleibt die Frage zunächst offen, ob dem System die rationale oder die nichtrationale Schreibung der Gleichungen zugrunde zu legen ist.

Sektion 1c: Formel- und Einheitszeichen.

Vorsitz: Kennelly (V. S. Amerika).

Schriftführung: Dietsch (Frankreich).

Die Arbeit dieses Unterausschusses hat erst jetzt begonnen. Es wurde eine vom schwedischen Komitee ausgearbeitete ausführliche Liste durchgesprochen. Auf dieser Grundlage wird der schwedische Vertreter zusammen mit den Mitgliedern eines besonders zu bildenden kleinen Ausschusses einen neuen Entwurf verfassen, der den nationalen Komitees baldigst zur Stellungnahme zugehen soll.

Berichter: Wallot.

Ausschuß 2. Elektrische Maschinen und Transformatoren.

A. Sitzung in Prag: 8. bis 10. 10. 1934.

Vorsitz: Feldmann (Holland).

Schriftführung: Stanley (England).

I. Die Niederschrift der letzten Tagung des Ausschusses in Paris (Juli 1932), R. M. 101, wurde mit kleinen redaktionellen Änderungen genehmigt.

II. Es wurden die den nationalen Komitees unterbreiteten Gegenstände beraten auf Grund der im Schriftstück 2 (Secretariat) 222 gegebenen Zusammenstellung und der im Schriftstück 2 (Secretariat) 227 gegebenen Übersicht über die von den verschiedenen nationalen Komitees eingegangenen Antworten.

1. Kippmoment von Asynchronmotoren.

Der von Deutschland vorgeschlagene Wortlaut für die Ziffer 222c der IEC-Regeln (Veröffentlichung 34) wurde mit einer kleinen redaktionellen Änderung angenommen. Hiernach soll das Kippmoment für normale Motoren (Schleifringmotoren und gewöhnliche Käfiganker-Motoren) mindestens das 1,60-fache Nennmoment betragen, und zwar ohne Toleranz. Für besondere Antriebsverhältnisse sowie für Sondermotoren (mit Wirbelstromläufern, Doppelstab-Boucherot-Läufern) soll das Kippmoment zwischen Hersteller und Besteller besonders vereinbart werden.

2. Liste der in Anfragen und Bestellungen zu machenden Angaben.

Diese Liste wurde einem Unterausschuß übertragen mit je einem Vertreter der nationalen Komitees von Deutschland, England, Frankreich, Italien, Schweden, Tschechoslowakei. Dieser Unterausschuß soll auch Vorschläge für die auf Leistungsschildern zu machenden Angaben vorberaten und der nächsten Tagung (Brüssel 1935) vorlegen.

3. Verwendung der Thermometermessung als Kontrolle der Widerstandsmethode.

Nach einer ausgiebigen Erörterung über zwei Vorschläge:

a) Sekretariatsvorschlag (wonach bei Thermometermessung zur Kontrolle der aus der Widerstandsmethode gefundenen mittleren Erwärmung die für die Widerstandsmethode festgesetzten Grenzwerte gelten sollen) und

b) schwedischer Vorschlag (wonach für die Thermometerkontrollmessung noch 10° höhere Werte zugelassen werden sollen),

wurde ein deutscher Vorschlag, an dessen Redaktion die Vertreter von Belgien und Schweden sich beteiligten, in folgender Form vorgelegt:

α) Zur Tafel I (Grenzerwärmungen) von Veröffentlichung 34 wird eine Fußnote angefügt: „Die in der Tafel angegebenen Grenzwerte für Thermometermethode und Widerstandsmethode gelten nicht für gegenseitige Kontrolle. Wenn der Besteller Thermometermessung neben der Widerstandsmessung verlangt, dann soll die mit Thermometer an der heißesten zugänglichen Stelle ermittelte Erwärmung keinesfalls höher sein als die in Fußnote*) zur Tafel I angegebenen Grenzwerte zu Spalte 4 und 8" (d. i. bei Messung mit eingebautem Thermometer unmittelbar am Kupfer).

β) „Die in der Fußnote *) zu den Spalten 4 und 8 der Tafel angegebenen Grenzwerte (65° C für Isol.-Material Klasse A und 85° C für Klasse B) sollen um 5° C erhöht werden."

Vorschlag α) wurde einstimmig angenommen, Vorschlag β) als „neu" den nationalen Komitees zur Stellungnahme überwiesen.

Der deutsche Antrag, die Eisenerwärmung gleich der für Widerstandsmethode festgelegten Grenze (statt der für Thermometermessung) zuzulassen, wurde grundsätzlich angenommen. Die richtige Fassung wird dem „Editing-Committee" für die 4. Ausgabe der Veröffentlichung 34 übertragen.

4. Definition von „Aussetzerbetrieb".

Es lag ein von Deutschland in Anlehnung an die R.E.M. eingebrachter Vorschlag vor, dem bereits mehrere nationale Komitees grundsätzlich zugestimmt hatten.

Der amerikanische Vertreter erklärte, in Amerika halte man die Einführung eines Aussetzerbetriebs nicht für notwendig, man käme mit Dauerbetrieb und kurzzeitigem Betrieb vollkommen aus. Der deutsche Vertreter (Kloß) erklärte demgegenüber, daß eine Ersetzung eines Aussetzerbetriebs durch eine Dauerprüfung mit herabgesetzter Leistung niemals als thermisch gleichwertige Prüfung anerkannt werden könne. Nur eine kurzzeitige Prüfung mit gleicher Leistung (also mit gleichen heizenden Verlusten) könne in Betracht kommen. Voraussetzung hierfür aber sei, daß es gelänge, eine eindeutige, für die Praxis hinreichend einfache Regel zu finden, nach der für irgendeine Type die einem gegebenen Aussetzerbetrieb (gekennzeichnet durch die relative Einschaltdauer) thermisch gleichwertige Kurzprüfzeit ermittelt werden könne. Das deutsche Komitee habe bisher den Standpunkt vertreten, daß es unmöglich erscheine, eine solche einfache Beziehung zu finden.

Er habe aber auf Grund von Untersuchungen, die im Elektrotechnischen Versuchsfeld der Technischen Hoch-



schule Berlin durchgeführt worden seien, den Eindruck gewonnen, daß es doch vielleicht möglich sein würde, eine solche Regel aufzustellen. Er behalte sich vor, später darüber zu berichten.

Es wurde demgemäß Vertagung beschlossen.

5. Lackdraht

soll vorderhand in Isolationsklasse A bleiben.

6. Toleranzen.

a) In Verfolg des zu 1. gefaßten Beschlusses wird in der Tafel der Toleranzen (S. 14 u. 15 der Veröffentlichung 34) die unter Ziffer 16 angegebene Toleranz für das Kippmoment von Induktionsmotoren gestrichen.

Nach Erörterung der Frage, ob man nicht auch aus gleichen Erwägungen heraus die unter Ziffer 15 angegebene Toleranz für das Anfahrmoment streichen solle, wird beschlossen, sie vorderhand noch beizubehalten.

b) Toleranz auf Kurzschlußspannung von Transformatoren.

Das Sekretariat hatte die Annahme des von Deutschland vorgeschlagenen Wortlauts für die Bestimmung der Hauptanzapfung empfohlen. Im Laufe der eingehenden Erörterung wurde dieser Vorschlag mit einer von Ellis (England) vorgelegten Änderung in folgender Form angenommen:

„Für Zwecke der Ausschreibung und der Gewährleistungen soll als Hauptanzapfung diejenige gelten, die (genau oder möglichst genau) der vom Käufer vorgeschriebenen Nennbetriebsspannung des Transformators entspricht.

Falls keine solche Vorschrift besteht, soll als Hauptanzapfung bei ungerader Anzahl der Anzapfungen die mittlere gelten, bei gerader Anzahl diejenige der beiden mittleren Anzapfungen, die zur größeren Windungszahl gehört.

Die Toleranz auf die gewährleistete Kurzschlußspannung der Hauptanzapfung soll 10 % (ein Zehntel) des gewährleisteten Wertes betragen.

(Eine auf Wunsch des französischen Komitees hier eingefügte Anmerkung ist in der Sitzung in Scheveningen wieder gestrichen worden.)

Wenn eine Gewährleistung der Kurzschlußspannung verlangt und gegeben wird für andere als für die Hauptanzapfung, so soll die Toleranz bei Transformatoren mit Leistungen von 500 kVA an aufwärts 15 % für jede Anzapfung sein, soweit sie Spannungen innerhalb des Bereiches von ± 5 % der Spannung der Hauptanzapfung entsprechen. Für Anzapfungen außerhalb dieses Bereiches von ± 5 % soll die Toleranz zwischen Käufer und Hersteller vereinbart werden.

Für Transformatoren mit Leistungen unter 500 kVA soll keine Garantie für Kurzschlußspannung für andre als die Hauptanzapfung unter diesen IEC-Regeln gegeben werden."

7. Spannungsprüfung gegen Erde.

Da der französische Vorschlag, für Schleifringläufer kleiner Drehstrommotoren (von 5 kVA an abwärts) die Prüfspannung zu erniedrigen, keine Unterstützung fand, wurde er fallen gelassen.

Ein von den V. S. Amerika herrührender und von der Tschechoslowakei wieder aufgegriffener Vorschlag, bei Serienprüfung kleiner Maschinen (bis 3 kW oder 3 kVA), soweit die nach Tafel II sich ergebende Prüfspannung unter 2000 V bleibt, statt der Einminutenprüfung eine Kurzprüfung für 1 s mit 1,2-facher Prüfspannung anzuwenden, wurde den nationalen Komitees zur Erwägung überwiesen.

8. Spannungsprüfung für Erregermaschinen.

Nach längerer Erörterung einigte man sich dahin, daß für Erregermaschinen die höheren, für die Feldwicklungen der Synchronmaschinen vorgeschriebenen Prüfspannungen ebenfalls gelten sollen (nachdem von deutscher Seite darauf hingewiesen war, daß bei den meist verwendeten Erregerspannungen von 110 und 220 V der Unterschied praktisch nicht sehr erheblich sei).

Der in Paris (1932) angenommene Vorschlag Zeile 7a der Tafel für Prüfspannungen (S. 15 des Schriftstücks 2 [Sekretariat] 227) wird ergänzt zu:

„Erreger für Synchrongeneratoren und Gleichstrommaschinen."

Der deutsche Antrag, in den Items 4 und 6 der Tafel II (S. 28 u. 29 der Veröff. 34) den Ausdruck „Erregerspannung" zu ersetzen durch „Nenn-Erregerspannung" wird angenommen.

9. Prüfspannung für Erregerwicklungen von Synchronmotoren und Einankerumformern.

Eine längere Erörterung wurde zunächst ausgelöst durch den schwedischen Antrag, die Prüfspannungen ganz allgemein nach der Formel $2\,U + 0{,}2\,P + 1000$ V zu bestimmen, wenn P die Leistung in kVA ist und der Wert von E je nach der zu prüfenden Wicklungsart in bestimmter Weise festgesetzt wird. Es wurde aber beschlossen, eine Entscheidung über diesen Vorschlag zunächst noch zurückzustellen, um nicht die Herausgabe der 4. Ausgabe der Veröffentlichung 34 dadurch zu verzögern. Die Frage soll inzwischen von den nationalen Komitees studiert werden.

Hinsichtlich der Prüfspannungen für Erregerwicklungen von Synchronmotoren und Einankerumformern war von deutscher Seite auf die Unstimmigkeit in Tafel II (S. 28/29 von Veröff. 34) hingewiesen worden, wonach bei Item 5a für Synchronmotoren und 6a für Einankerumformer unter gleichen Anlaufbedingungen verschiedene Prüfspannungen vorgesehen sind, und zwar für erstere 10 U (min. 1500 V, max. 3500 V) und für letztere 2 U + 1000 (min. 1500). Von Holland wurde beantragt, die seinerzeit in New York in Item 4 und 5a eingesetzten Höchstwerte von 3500 V sowie in Item 5 (c) 1 den Höchstwert 8000 V wieder zu streichen.

Nach eingehender Erörterung wurde schließlich folgender vom deutschen Vertreter formulierter Antrag einstimmig angenommen:

a) Der Tafel II wird eine Fußnote folgenden Inhalts angefügt:

„Es wird empfohlen, insbesondere wenn die Erregerspannung höher als 220 V ist, die Feldwicklungen von Einankerumformern und Synchronmotoren beim Anlauf stets geschlossen zu halten oder sie zu unterteilen. Der Erregerkreis gilt als geschlossen, wenn der äußere Widerstand nicht mehr als das 10fache des inneren beträgt. In diesen Fällen ist die Isolationsprüfung nach Item 5a oder 5b auszuführen."

b) Der Höchstwert von 3500 V in Item 5a wird gestrichen.

c) Die Prüfspannung für Item 6a (Einankerumformer) wird der für Item 5a (Synchronmotoren) gleich gemacht, so daß nunmehr Item 6 mit 5 zusammengefaßt werden können.

Der weitergehende holländische Antrag auf Streichung der Höchstwerte von 3500 V bzw. 8000 V in Item 4 bzw. 5 (c) 1 wurde abgelehnt.

10. Isolationsprüfung an Transformatoren.

Die verschiedenen in Paris 1932 gefaßten Beschlüsse nebst einigen inzwischen von mehreren nationalen Komitees eingereichten Vorschlägen waren von Ellis (England) in einem Entwurf [Schriftstück 2 (Secretariat) 228] zusammengestellt, der an Stelle des bisherigen § 317 der Veröff. 34 neun neue Paragraphen 317 bis 325 nebst zwei Tafeln (II u. III) mit Zusammenstellung der in verschiedenen Fällen anzuwendenden Prüfspannungen vorsieht. Der Entwurf des englischen Vertreters soll den nationalen Ausschüssen unterbreitet werden.

Zu der in § 318, Absatz 3 dieses Entwurfs enthaltenen Vorschrift, daß die Prüfung mit weniger als einem Drittel der vollen Prüfspannung begonnen und die Spannung bis auf den vollen Wert so rasch gesteigert werden solle, als es die Möglichkeit richtiger Anzeige durch das Meßinstrument zuläßt, wurde vom deutschen Vertreter in Anlehnung an die entsprechende Bestimmung in den R.E.T. vorgeschlagen, als Einschaltspannung höchstens 50 % der Prüfspannung zuzulassen und die Steigerung der Spannung zum Endwert stetig oder in einzelnen Stufen von höchstens je 5 % der Endspannung erfolgen zu lassen, wobei die Zeit der Spannungssteigerung vom halben Wert bis zum Endwert nicht kleiner als 10 s sein soll. Dieser deutsche Vorschlag für Transformatoren ebenso auch für Maschinen soll den nationalen Ausschüssen zur Stellungnahme zugeleitet werden.

11. Methoden zur Bestimmung des Wirkungsgrades und Meßmethoden für zusätzliche Verluste.

Diese Fragen werden von einem Unterausschuß bearbeitet, in dem vertreten sind: Deutschland (Kloß), England (Clough), Frankreich (Roth, Vorsitz) und Schweden (Wennerberg). Der Unterausschuß hielt in Prag eine Sitzung ab, in der Roth und Wennerberg über die Ergebnisse von Versuchen zur Bestimmung der Zusatzverluste mittels des von Roth angegebenen kalorimetrischen Meßverfahrens berichteten. Die in Schweden angestellten Versuche haben ebenso wie die französischen sehr gute Übereinstimmung ergeben. Weitere Versuche werden im Elektrotechnischen Versuchsfeld der T. H. Berlin von Kloß durchgeführt werden. Es sollen dann auch verschiedene Firmen in den einzelnen Ländern zur Durchführung von Kontrollversuchen aufgefordert werden. Es handelt sich hierbei nicht etwa um Einführung eines normalen Prüfverfahrens, sondern lediglich um Beschaffung von Versuchsmaterial zur Nachprüfung bzw. Änderung der in den IEC-Regeln (sowie in den nationalen Vorschriften) zur Berücksichtigung der zusätzlichen Verluste durch Übereinkommen festgesetzten Prozentsätze.

Die Berichte über die französischen und die schwedischen Versuche werden den nationalen Komitees vorgelegt werden. Wennerberg (Schweden) wird Vorschläge aufstellen für: Begriffserklärung des Wirkungsgrades verschiedener Maschinenarten. Roth (Frankreich) wird eine Übersicht über die in den verschiedenen Landesregeln enthaltenen Bestimmungen zusammenstellen.

12. Eichung von Kugelfunkenstrecken.

In einer gemeinsam mit dem Ausschuß 8 abgehaltenen Sitzung wurde über die bisher von diesem Unterausschuß geleisteten Arbeiten betr. Kugelfunkenstrecken berichtet (s. besonderer Bericht des Ausschusses 8).

13. Spannungskurvenform.

Zum Studium der hierzu eingegangenen Äußerungen wurde ein Unterausschuß gebildet, dem je ein Vertreter von Deutschland, England, Frankreich, Holland, Italien, Schweden und den V. S. Amerika angehören sollen.

14. Anzapfungen bei Transformatoren.

Die Aussprache ergab, daß die Mehrheit des Maschinenausschusses nicht für den vom Ausschuß 8 aufgestellten Vorschlag war, die Anzapfungen auf ± 4 % der Nennspannung zu legen; es wurden vielmehr Stufen von ± 2,5 und ± 5 % gewünscht.

15. Begriffserklärung für Nennstrom der verschiedenen Wicklungen eines Transformators.

Nach ausführlicher Erörterung wurde beschlossen, den nationalen Komitees folgende drei Alternativvorschläge zur Erörterung zu unterbreiten:

1. Nennstrom einer Wicklung ist der Quotient aus Nennscheinleistung und Nennspannung, diese bei Mehrphasentransformatoren multipliziert mit dem Phasenfaktor (also $\sqrt{3}$ bei Drehstrom).

   Hierzu auf deutschen Vorschlag die Begriffserklärungen für Nennprimärspannung und Nennsekundärspannung entsprechend den R.E.T.

2. Vorschlag von Frankreich:

   Nennleistung (in kVA) ist die vorgeschriebene elektrische Scheinleistung an den Sekundärklemmen bei Nennbetrieb. Nennsekundärspannung ist die für Nennbetrieb vorgeschriebene sekundäre Klemmenspannung. Nennsekundärstrom ist gleich Nennleistung in kVA dividiert durch Nennspannung (je Phase) in kV und den zugehörigen Faktor (3 für Drehstrom, 2 für Zweiphasenstrom, 1 für Einphasenstrom). Nennprimärstrom ist der vom Hersteller angegebene Strom für Nennbetrieb.

3. Vorschlag von Feldmann (Holland):

   Nennprimärspannung und Nennsekundärspannung entsprechend dem deutschen Vorschlag unter 1, dazu Nennleistung ist die Sekundärleistung bei $\cos \varphi = 1$, soweit nicht ein anderer Leistungsfaktor vom Besteller vorgeschrieben ist.

16. Verschiedenes.

Als Redaktionskomitee für die 4. Ausgabe der Veröffentlichung 34 werden bestimmt: Ellis (England), Kloß (Deutschland) und Roth (Frankreich).

B. Sitzung in Scheveningen: 18. bis 20. 6. 1935.

Vorsitz: Feldmann (Holland).

Schriftführung: Stanley (England).

1. Die Niederschrift R. M. 109 über die Prager Sitzung wird genehmigt.

2. Herausgabe der 4. Ausgabe der Veröffentlichung 34. (IEC-Regeln für elektrische Maschinen.)

An einem den nationalen Komitees vorher zugestellten Vorentwurf wurden verschiedene redaktionelle Änderungen vorgenommen. Der Vorschlag Schwedens, die in der zweiten Fußnote zur Tafel I, Reihe 4 und 8 angegebenen Grenzwerte für den Fall, daß die Temperatur unmittelbar am Kupfer gemessen wird, um 5 °C zu erhöhen, wurde zur Erörterung für die 5. Ausgabe zurückgestellt.

Die dritte, in Prag beschlossene Fußnote zur Tafel I, wonach Thermometer- und Widerstandsmethode nicht gleichzeitig als gegenseitige Kontrolle angewandt werden sollen, wird in einer von den V. S. Amerika vorgeschlagenen etwas ausführlicheren Fassung angenommen, wobei noch eingefügt wurde, daß für die Zulassung einer höheren Erwärmung bei Kontrollmessung durch Thermometer an der heißesten zugänglichen Stelle, falls diese Kontrolle der Widerstandsmethode vom Kunden gewünscht wird, eine besondere Vereinbarung hinsichtlich des dann zuzulassenden Grenzwertes erforderlich ist, wobei jedoch in keinem Fall mehr als 65 °C für Isolationsklasse A und 85 °C für Klasse B zugelassen werden sollen.

Zu dem Vorschlag, für in Massen hergestellte Maschinen bis 3 kVA eine Kurzprüfung für 1 s mit um 20 % erhöhter Prüfspannung zuzulassen, war von deutscher Seite ein Gegenvorschlag gemacht worden: Prüfdauer 5 s (um die Entwertung der Ein-Sekundenprüfung zur Tipp-Prüfung zu verhüten) und Erhöhung der Leistungsgrenze von 3 auf 11 kVA bzw. kW. Da dies ein neuer Vorschlag war, wurde er den nationalen Komitees zur Stellungnahme überwiesen und daher für die 5. Ausgabe zurückgestellt.

Die Frage der Prüfspannung für Erregermaschinen gab Anlaß zu eingehenden Erörterungen an allen drei Sitzungstagen, ohne daß es gelungen wäre, zu einer vollständigen Einigung zu kommen, da vor allem der amerikanische Vertreter sich nicht in der Lage sah, den gegenüber der amerikanischen Praxis teilweise erheblich höheren Prüfspannungen zuzustimmen. Es blieb daher leider nichts anderes übrig, als in der Tafel II (Prüfspannungen für Maschinen) bei Ziffer 6 (a) (Erreger für Synchrongeneratoren und für Gleichstrommaschinen) und bei Ziffer 6 (b) (Erreger für Synchronmotoren und für Einankerumformer) wie in der dritten Ausgabe wieder zu setzen: „Noch nicht entschieden."

Bei Ziffer 6 (c) dagegen (Erreger-Feldwicklungen, fremd erregt) bleibt die bisherige Angabe: „Wie für Ziffer 2 oder 3 (a)." Die ganze Frage wird von selbst bei Beratung des „schwedischen Vorschlages" mit erörtert werden (s. u.).

Bei Gelegenheit dieser Erörterung ergab sich, daß die Fassung der Ziffer 5 (Prüfspannung für Feldwicklungen von Synchronmotoren und Einankerumformern) Unklarheiten enthielt. Es wurde daher folgende Fassung angenommen:

Ziffer 5. Feldwicklungen für Synchronmotoren und Einankerumformer:

(I) Bei Anlauf unmittelbar von der Drehstromseite:

(a) Bei Anlauf mit der Feldwicklung kurzgeschlossen oder durch die Erregerquelle geschlossen	10 U mindestens 1500 V
(b) Mit für den Anlauf unterteilter Feldwicklung . . .	1000 V + 10 U mindestens 1500 V



(c) Mit beim Anlauf offener und nicht unterteilter Feldwicklung . . . . 1000 V + 20 U mindestens 1500 V höchstens 8000 V

(II) Bei Anlauf anders als unmittelbar von der Drehstromseite:

(a) Synchronmotoren bei Anlauf durch Anwurfmotor . 10 U mindestens 1500 V

(b) Einankerumformer bei Anlauf durch Anwurfmotor oder von der Gleichstromseite . . . . 1000 V + 2 U mindestens 1500 V

Auch diese Frage wird bei Erörterung des schwedischen Vorschlages (s. u.) nochmals nachzuprüfen sein.

Die in Prag auf deutschen Vorschlag eingefügte Fußnote über die Erklärung des „geschlossenen Erregerkreises" wird mit zwei kleinen redaktionellen Änderungen beibehalten.

Hinsichtlich Ausführung der Spannungsprüfung im allgemeinen war in Prag der deutsche Vorschlag der Spannungssteigerung von 50 % auf volle Prüfspannung in Stufen von nicht mehr als 5 % innerhalb 10 s (wie in R.E.M. und R.E.T.) den nationalen Komitees zur Erwägung übermittelt worden. Er wurde in Scheveningen einstimmig angenommen, und zwar sowohl für Maschinen als auch für Transformatoren.

Über die Begriffsbestimmung für Nennströme der Transformatoren ergaben sich eingehende Erörterungen sowohl in dem Hauptausschuß 2 als auch in einem Unterausschuß. Der von Deutschland vorgelegte Vorschlag [2 (Germany) 229] wurde zwar von allen Seiten als in sich logisch und sachlich richtig anerkannt, doch wurde es im Hinblick auf die Einstellung des Kunden als unpraktisch bezeichnet, bei der Begriffsbestimmung der Nennleistung und der Nennströme von der Scheinaufnahme der Primärseite auszugehen. Namentlich Frankreich erklärte auf Grund der Erfahrungen mit den Bestellern unbedingt von der Abgabe des Transformators, und zwar bei der im Betriebe auftretenden sekundären Vollastspannung, ausgehen zu müssen.

Im Laufe der Erörterung wurde ein gemeinsamer deutsch-englischer Vorschlag vorgelegt, doch konnte dieser erste Entwurf bis zum Schluß der Sitzungen des Ausschusses 2 in Scheveningen nicht zur Annahme gebracht werden, so daß es leider nicht möglich war, wie man gehofft hatte, diese Definitionen noch in die 4. Ausgabe der Veröffentlichung 34 mit aufzunehmen.

Nach Schluß der Sitzung des Ausschusses 2 trat ein inoffizieller Unterausschuß zu nochmaliger Besprechung der Angelegenheit zusammen, auf Grund deren dann von Kloß und Ellis eine neue Formulierung aufgestellt wurde, die besonders auf die von Frankreich geäußerten Wünsche Rücksicht nimmt und die nunmehr den nationalen Komitees zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt werden wird. Der Vorschlag 2 (Scheveningen) 10 lautet folgendermaßen:

„Neuer Paragraph 307a:

A. Nennleistung („Rated performance power") Nennspannungen und Nennströme.

(1) Nennleistung (rated performance power) für die Zwecke der Berechnung der Nennströme dieser Regel ist die abgegebene Scheinleistung in kVA, die auf dem Leistungsschilde angegeben ist.

(2) Nenn-Primärspannung ist die Spannung der Normalstufe (siehe § ..). Sie wird auf dem Leistungsschild durch das Wort „Nenn-" gekennzeichnet.

(3) Nenn-Sekundärspannung ist die aus der Nenn-Primärspannung und der Übersetzung berechnete Spannung. Die Leerverluste sollen, bezogen auf diese Spannung, gewährleistet und gemessen werden.

(4) Nenn-Sekundärstrom ist der Strom, der sich aus der Nenn-Leistung (rated performance power) ergibt durch Division mit der Nenn-Sekundärspannung und dem entsprechenden Phasenfaktor bei Mehrphasen-Transformatoren.

(5) Nenn-Primärstrom ist der Strom, der sich aus dem Nenn-Sekundärstrom ergibt durch Division mit dem Verhältnis der Nenn-Primärspannung zur Nenn-Sekundärspannung.

Die Lastverluste sollen für die nach Ziffer (4) und (5) bestimmten Ströme gewährleistet und gemessen werden.

B. Betriebsbedingungen.

Die „Nennleistung" (rated performance power) ist nicht gleich der Abgabe des Transformators unter wirklichen Lastbedingungen bei einer Betriebsspannung, die kleiner ist als die Leerlauf-Nennspannung um den Betrag der Spannungsänderung, die ihrerseits wieder vom Leistungsfaktor im Sekundärnetz abhängt.

Bei induktionsfreier Belastung kann mit für praktische Zwecke hinreichender Genauigkeit die Dauerleistung in kVA gleich der „Nennleistung" (rated performance power) gesetzt werden.

Wenn ein niedrigerer Leistungsfaktor vorgeschrieben ist, so wird die sekundäre Betriebsspannung bestimmt aus der Nenn-Sekundärspannung durch Verminderung um die Spannungsänderung bei dem betreffenden Leistungsfaktor. Diese sekundäre Betriebsspannung kann auch auf dem Leistungsschild angegeben werden, doch soll in diesem Falle auch der zugehörige Leistungsfaktor mit angegeben werden.

Es wird empfohlen, daß Transformatoren miteinander verglichen werden auf der Grundlage ihrer oben definierten Nennleistungen (rated performance power).

Falls gewünscht, kann in besonderen Fällen der Vergleich auch auf der Grundlage der „Betriebsleistung" bei irgendeinem bestimmt anzugebenden Leistungsfaktor durchgeführt werden."

Für die Herausgabe der 4. Ausgabe der Veröffentlichung 34 wurden noch zwei weitere Beschlüsse gefaßt von grundsätzlicher Bedeutung, die eine mißverständliche Beurteilung des Wesens der IEC-Veröffentlichungen beseitigen sollen. Beide Beschlüsse wurden dem Aktionsausschuß (Committee of Action) vorgelegt und von diesem in seiner Sitzung nicht nur für die vom Maschinenausschuß ausgehende Veröffentlichung, sondern für alle IEC-Veröffentlichungen angenommen:

(I) Die IEC-Regeln sollen nicht mehr als „Rules", sondern als „Specifications" bezeichnet werden. Der Grund für diesen Beschluß war die in den V. S. Amerika dem dortigen Sprachgebrauch entsprechende Auffassung, den „Rules" eine bindende Kraft auch für die nationalen Regeln zuzusprechen. Da solche Bedenken in den französisch sprechenden Ländern nicht bestehen, wurde von einer entsprechenden Änderung des französischen Textes abgesehen.

(II) Die in Oslo vorgeschlagene und dann in London 1931 vom Committee of Action angenommene Entschließung betr. Kennzeichnung des Wesens und Zweckes der IEC-Veröffentlichungen soll künftig in jeder Veröffentlichung vor Beginn des Textes abgedruckt werden.

3. Aufstellung der für Anfragen und Bestellungen erforderlichen Angaben.

Zu dem Entwurf 2 (Secretariat) 232 war von Deutschland erklärt worden, daß wir eine solche Aufstellung nicht für erforderlich hielten. Da aber allgemein gewünscht wurde, daß eine solche Liste herausgegeben wird, so wurde unser Bedenken zurückgezogen. Die Liste wird in einer besonderen Druckschrift (mit einigen von einem Unterausschuß vorgeschlagenen und vom Hauptausschuß gutgeheißenen Änderungen) herausgegeben werden und gilt nicht als Teil der Veröffentlichung 34.

4. Messung der Prüfspannungen mit der Kugelfunkenstrecke.

Diese Frage wurde unter Zuziehung von Mitgliedern des Ausschusses 8 (Spannungen) erörtert. Über das Ergebnis s. besonderen Bericht des Ausschusses 8.

5. Bericht des Unterausschusses betr. Messung der Lastverluste.

Es wurde ein vorläufiger Bericht von Kloß mündlich erstattet über einige grundlegende Versuche, die er nach der kalorimetrischen Methode von E. Roth (Belfort) im Elektrotechnischen Versuchsfeld der T. H. Berlin hat ausführen lassen. Ferner lag ein ausführlicher Be-



richt von Schweden vor, der gute Übereinstimmung der Meßergebnisse zeigt. Weitere Versuche werden noch an verschiedenen anderen Stellen durchgeführt.

6. Bevorzugte Schaltgruppen für Transformatoren.

Angenommen wird der vorliegende Bericht des Ausschusses Nr. 16 (Klemmenbezeichnungen), Schriftstück 2 (Secretariat) 234, wonach die Phasenverdrehung der Sekundärspannung gegen die entsprechende Primärspannung durch die Uhrzeigerangabe (Stundenzeiger!) gekennzeichnet werden soll; dabei sollen die Schaltungen mit der Bezeichnung 0 h, 1 h und 11 h als die in erster Linie bevorzugten gelten, außerdem sollen aber auch die Schaltungen mit 3 h, 5 h, 6 h, 7 h und 9 h zugelassen sein.

Die Fassung der Bestimmung 4. des erwähnten Vorschlages (betr. Anordnung der Klemmenbezeichnungen in alphabethischer Reihenfolge von links nach rechts, von der Oberspannungsseite aus gesehen) und ebenso der Bestimmung 6. (betr. Wahl der Buchstaben *U V W* und *X Y Z*) soll von den weiteren Beschlüssen des Ausschusses 16 für Klemmenbezeichnungen abhängig gemacht werden (s. hierzu Bericht über Ausschuß 16). Dieser Ausschuß soll gleichfalls gebeten werden, Vorschläge zur Aufnahme in die 5. Ausgabe der Veröffentlichung 34 zu machen.

7. Verschiedenes.

In der Frage der Anzapfungen von Transformatorenwicklungen bestand keine Aussicht auf Annahme der Stufen von ± 4 %. Daher wurde unser Vorschlag, bei drei Stufen ± 4 % zu wählen, und bei fünf Stufen ± 2,5 % und ± 5 %, zurückgezogen. Der Beschluß wurde in der Weise gefaßt, daß als normaler Bereich der einzelnen Spannungsstufen ± 2,5 % oder ein Vielfaches hiervon gewählt werden soll. Es ist hiernach also freigestellt, bei drei Stufen entweder ± 2,5 % oder ± 5 % zu wählen.

Der schwedische Vorschlag, die verschiedenen Formeln für die Prüfspannungen zu vereinheitlichen durch eine einzige Formel, in der nicht nur die Betriebsspannung, sondern auch die Leistung der Maschine vorkommt, konnte wegen Zeitmangel nicht zur Erörterung gestellt werden. Die nationalen Komitees sollen ihn erneut prüfen, damit bei der nächsten Tagung darüber Beschluß gefaßt werden kann.

Der Vorsitzende wies weiter darauf hin, daß von verschiedenen nationalen Komitees eine Anzahl von Vorschlägen gemacht worden seien, die nicht mehr für die 4. Ausgabe zur Erörterung gestellt werden konnten. Diese Vorschläge kämen für die 5. Ausgabe in Betracht. Er ersuchte die nationalen Komitees, ihre Vorschläge nunmehr zu wiederholen, damit sie durch das Sekretariat in einem gemeinsamen Dokument zusammengestellt werden könnten.

Zum Schluß wurde noch angeregt, künftig den Ausschuß 2 in zwei Gruppen: a) für Maschinen und b) für Transformatoren aufzuteilen, die mit dem Ziele von Zeitersparnis getrennt ihre Aufgaben bearbeiten können und sie dann in gemeinsamer Sitzung dem Ausschuß 2 zur Annahme vorlegen. Das Aktionskomitee hat sich hiermit einverstanden erklärt.

Berichter: M. Kloß.

(Fortsetzung folgt.)

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Niederschlesien, Breslau. 8. X. (Di), 20 h, T. H. gr. Hörs. E. I: „Überspannungsschutz und Transformatorenwicklung" (m. Film). Dr. Frühauf.

VDE, Gau Ostpreußen, Elbing. 7. X. (Mo), 19 h 30 m, Resource: „Neuzeitliche Straßenbeleuchtung". Dipl.-Ing. Droege.

VDE, Gau Ruhr-Lippe, Essen. 9. X. (Mi), 19 h 30 m, Duisburg, „Berliner Hof": „Auswirkungen der Rohstoffrage auf die Gestaltung und Herstellung elektrischer Maschinen und Geräte". Dipl.-Ing. Bobeck.

VDE, Gau Nordmark, Kiel. 11. X. (Fr), 20 h 30 m, „SA-Seemannshaus": a) „Warum kann Strom nicht zu Einheitspreisen verkauft werden?" Obering. Thiessen. b) „Heute ohne Technik". Dr. Rudolph.

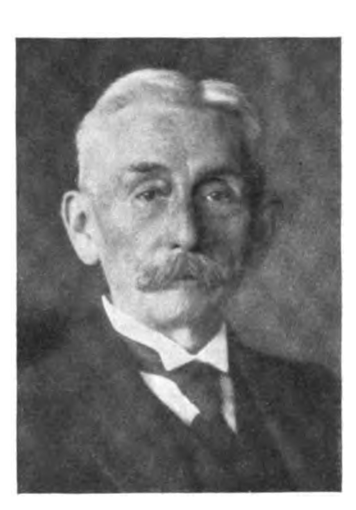
Institut für Metallographie der Bergakademie Clausthal. 14. bis 26. X.: Metallographischer Ferienkursus unter Leitung von Prof. Dr. Merz. Anfragen sind an das Metallographische Institut der Bergakademie Clausthal-Zellerfeld I zu richten.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

O. Schott †.

Am 27. 8. 1935 starb in Jena im 84. Lebensjahre Dr. Otto Schott, der weltbekannte Mitbegründer des Jenaer Glaswerks, der Altmeister der Glasschmelzkunst. Er wurde am 17. 12. 1851 in Witten in Westfalen als Sohn des Besitzers einer Tafelglashütte geboren, studierte in Aachen, Würzburg und Leipzig Chemie und promovierte 1875 in Jena. Anschließende längere Reisen im Ausland und seine Tätigkeit als technischer Chemiker in Westfalen und in Spanien vertieften seine chemischen und technologischen Kenntnisse. Entscheidend für seine Zukunft wurde der 1879 aufgenommene Briefwechsel mit Ernst Abbe, dem Jenaer Universitätsprofessor und späteren Leiter und Inhaber der Zeiss-Werke, der zur Herstellung leistungsfähigerer optischer Geräte neuartige optische Glasarten suchte. Gemeinsam begonnene Forschungen führten 1884 zur Gründung eines „Glastechnischen Laboratoriums", des späteren Jenaer Glaswerks Schott & Gen. Hier gelang es Otto Schott in zäher Arbeit, versehen mit dem Rüstzeug seiner reichen chemischen und technischen Erfahrungen und begabt mit einem feinen Gefühl für das technisch Mögliche, ganz neuartige Glasarten mit bisher noch nicht gekannten Eigenschaften zu erschmelzen. Schotts Leistungen wurden durch zahlreiche Ehrungen anerkannt. Trotz seiner Erfolge blieb er aber stets bescheiden und sorgte wie ein Vater für seine Gefolgschaft. Für sein starkes soziales Empfinden spricht sein Entschluß, dem Beispiele seines Freundes Abbe folgend, auf sein Besitzrecht zu verzichten und sein Werk der von Abbe geschaffenen „Carl-Zeiss-Stiftung" zu übertragen, um in Zukunft dem Werke weiter als Geschäftsleiter zu dienen, von welchem Posten er erst 1927 zurücktrat.



O. Schott †.

Schb.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 27. September 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | **Berlin, 10. Oktober 1935** | **Heft 41**

Vollselbsttätige Batterieladung unter Einhaltung sehr enger Spannungsgrenzen.

Von **Helmut Böhm**, Berlin.

621. 356. 078

Übersicht. Die selbsttätige Ladestromregelung durch reine Wechselstrom-Drosselspulen mit Parallelkondensator wird beschrieben. Sollen bei der Pufferladung besonders enge Spannungsgrenzen eingehalten werden, so müssen Batterie und Gleichrichter in einem gewissen Größenverhältnis stehen.

Im Schrifttum sind in letzter Zeit eine Reihe von Veröffentlichungen erschienen, die sich mit der vollselbsttätigen Batterieladung befassen. Von verschiedenen Seiten sind als Regelglieder Drosselspulen vorgeschlagen worden, die den Zweck haben, beim Anstieg der Zellenspannung den Ladestrom auf ein Minimum zu vermindern. Es erscheint angebracht, auf die Besonderheiten dieser Einrichtungen im Zusammenhang mit der Prüfung der Spannungsverhältnisse der Batterien näher einzugehen. Daß man die Induktivität von Drosselspulen mit Eisenkern durch Vormagnetisierung mittels Gleichstrom ändern kann, womit sich der Wechselstromwiderstand, also auch der hindurchfließende Wechselstrom verändert, ist seit langem bekannt. Es lag daher nahe, eine solche Drosselspule auch zur Regelung des Ladestromes von Trockengleichrichtern zu benutzen, bei welcher der Ladestrom durch eine Art Rückkopplung auf die Wechselstromseite seine Größe mit der Gleichspannung verändert.

Als Regeldrosseln verwendet man z. B. eine gewöhnliche Drosselspule mit zwei Wicklungen[1]), bei welcher die eine vom Wechselstrom und die andere vom Gleichstrom durchflossen wird. Da bei dieser Anordnung der Wechselstrom unsymmetrisch wird, so wird auch eine dreischenkelige Drosselspule[2]) benutzt, bei welcher der mittlere Kern die Gleichstromwicklung und die äußeren Kerne die Wechselstromwicklungen tragen. In der Wirkung sind beide Anordnungen ähnlich. Innerhalb von zwei Spannungspunkten treten bei Batterieladung zwei labile Zustände auf, wodurch sich der Ladestrom plötzlich verändert. Da die Kopplung zwischen Gleich- und Wechselstromseite verhältnismäßig lose ist, so sind vielfach Vorbelastungsdrosseln und Widerstände erforderlich, um besondere Betriebsbedingungen zu erfüllen.

Der Verfasser suchte dieses Problem daher rein wechselstromtechnisch, ohne besondere Hilfsmittel und ohne Rückführung des Gleichstromes durch eine Drosselspule mit Parallelkondensator zu lösen. Die bekannten Kipperscheinungen zwischen einer stark gesättigten Drosselspule mit Kondensator bildeten die Grundlage für diese Aufgabe. In der ETZ ist eine solche Einrichtung bereits ausführlich beschrieben worden[3]). Im Gegensatz zu den obigen Schaltungen besitzt dieses Regelsystem nur eine vom Wechselstrom durchflossene Drosselspule mit Eisenkern und Parallelkondensator.

Bekanntlich unterscheidet man bei der vormagnetisierten Regeldrossel zwischen geregelter Ladung und Schnellladung. Bei der geregelten Ladung wird selbsttätig aufgeladen, doch kann nur etwa die Hälfte der vollen Leistungsfähigkeit der Trockengleichrichter ausgenutzt werden. Bei der Schnelladung kann zwar der volle Ladestrom nach Abschaltung der Automatik erzielt werden, doch ist alsdann der Nachteil der Überwachung in Kauf zu nehmen.

Der Trockengleichrichter mit „Kondensator-Kippdrossel" ist dagegen ein ausgesprochenes Schnelladegerät, da stets der volle Ladestrom ausgenutzt wird und nicht erst von Hand umgeschaltet werden muß. Hiermit fallen auch die Unterschiede fort, die zwischen Schnell- und Dauerladung gemacht werden, und es ergibt sich, daß man bei Zugrundelegung gleich großer höchster Ladestromstärken für die Automatik bei Trockengleichrichtern mit der „Kondensator-Kippdrossel" einen etwa halb so großen Gleichrichter benötigt.

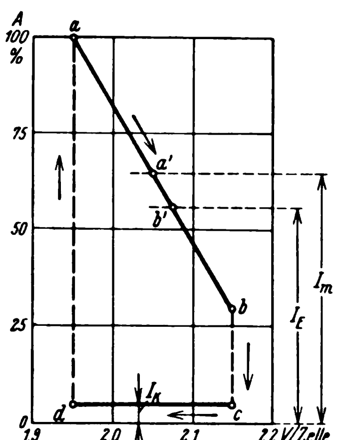


Abb. 1. Ladekennlinie eines Kondensator-Kippdrossel-Gleichrichters mit starker Spannungsabhängigkeit.

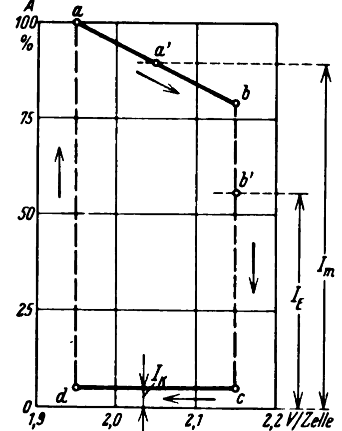


Abb. 2. Ladekennlinie bei schwacher Spannungsabhängigkeit.

Die Reihenfolge der einzelnen Vorgänge bei der selbsttätigen Ladestromregelung durch die „Kondensator-Kippdrossel" erfolgt in dem durch die Pfeile (Abb. 1) angedeuteten Sinne. Mit steigender Gegenspannung der Batterie verringert sich der Ladestrom zunächst auf der Strecke *a*—*b* allmählich auf ein Drittel des Anfangswertes. Im Punkte *b* tritt das Phasenkippen ein; der Ladestrom geht zurück auf den Konservierungsstrom (Strecke *c*—*d*). Die Zellenspannung hält sich dabei in den Grenzen zwischen 2 und 2,1 V, so daß also, wenn keine äußere Ursache vorliegt, auch keine Veränderung dieses Zustandes eintritt. Setzt jedoch die Entladung ein, so fällt die Spannung auf den Punkt *d*, in welchem plötzlich wieder der Ladestrom zugeschaltet wird.

Nach vorliegenden Veröffentlichungen geht der Ladestrom bei der vormagnetisierten Regeldrossel auf 20 % des Höchstwertes zurück. Welche Bedeutung diese Größe hat, wird weiter unten ausführlicher beschrieben werden. Es muß ein möglichst kleiner Konservierungsstrom angestrebt werden, um die vorgeschriebenen Spannungsgrenzen einhalten zu können. Bei der „Kondensator-Kippdrossel"

[1]) K. Baudisch, ETZ 55 (1934) S. 210.
[2]) K. Maier, ETZ 55 (1934) S. 1026.
[3]) H. Böhm, ETZ 54 (1933) S. 1037.

wird ohne zusätzliche Hilfsmittel diese Bedingung erfüllt, ja sogar bis auf Null kann der Konservierungsstrom heruntergedrückt werden. Üblich ist ein Wert, der zwischen 3 und 5 % liegt (Abb. 1, I_K).

Die Größe des mittleren Ladestromes I_m wird durch die Neigung der Strecke a—b (Abb. 1) bestimmt. Für besondere Fälle ist es erwünscht, diesen Mittelwert möglichst groß zu gestalten, was man ohne Schwierigkeiten bei der Kondensator-Kippdrossel durch eine geringere Neigung der Strecke a—b, siehe Abb. 2, erreichen kann. Hierdurch wird die Ladezeit weiter wesentlich verkürzt, doch muß, wie weiter unten ausführlich berichtet, berücksichtigt werden, ob diese Maßnahme aus Gründen der Einhaltung enger Spannungsgrenzen immer zweckmäßig ist.

Es gibt jedoch Fälle, wo tagaus tagein derselbe Entladestrom fließt, z. B. bei Überwachungseinrichtungen von Stellwerken. Liegt die Höhe des konstanten Entladestromes I_E, Abb. 1, oberhalb des Punktes b, so würde die Automatik nicht wirken, da sich im Punkte b' Gleichgewicht zwischen Entladung und Ladung einstellt. Es würde stets etwas mehr Ladestrom als Entladestrom fließen, wodurch die Selbstentladung der Batterie gedeckt wird. Die aktive Masse der gepufferten Batterie nimmt deswegen nicht an dem Entladevorgang teil, da ja stets die Batterie mit einem geringen Überstrom geladen wird. Wie umfangreiche Versuche gezeigt haben, tritt hierdurch allmählich ein Kapazitätsschwund[4]) von 30 bis 40 % ein, so daß im Bedarfsfalle bei weitem nicht die notwendige Reserve verfügbar ist.

welcher an einem Gleichrichter für 5 A, 24 V aufgenommen wurde. Der stets in gleicher Höhe fließende Entladestrom betrug 2 A. Da es sich um eine sehr kleine Batterie handelte, so folgten die Lade- und Entladezeiten verhältnis-

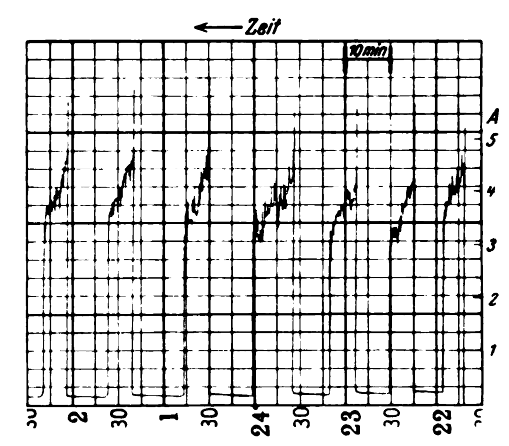


Abb. 3. Ladestrom bei konstantem Entladestrom von 2 A.

mäßig rasch aufeinander. Zugeschaltet wurde bei 24 V, abgeschaltet bei 26 V Gleichstrom.

Wechselt jedoch der Entladestrom sehr rasch und geht zeitweise auf Null zurück, so empfiehlt es sich, einen Gleichrichter mit einer Ladekennlinie nach Abb. 1 zu

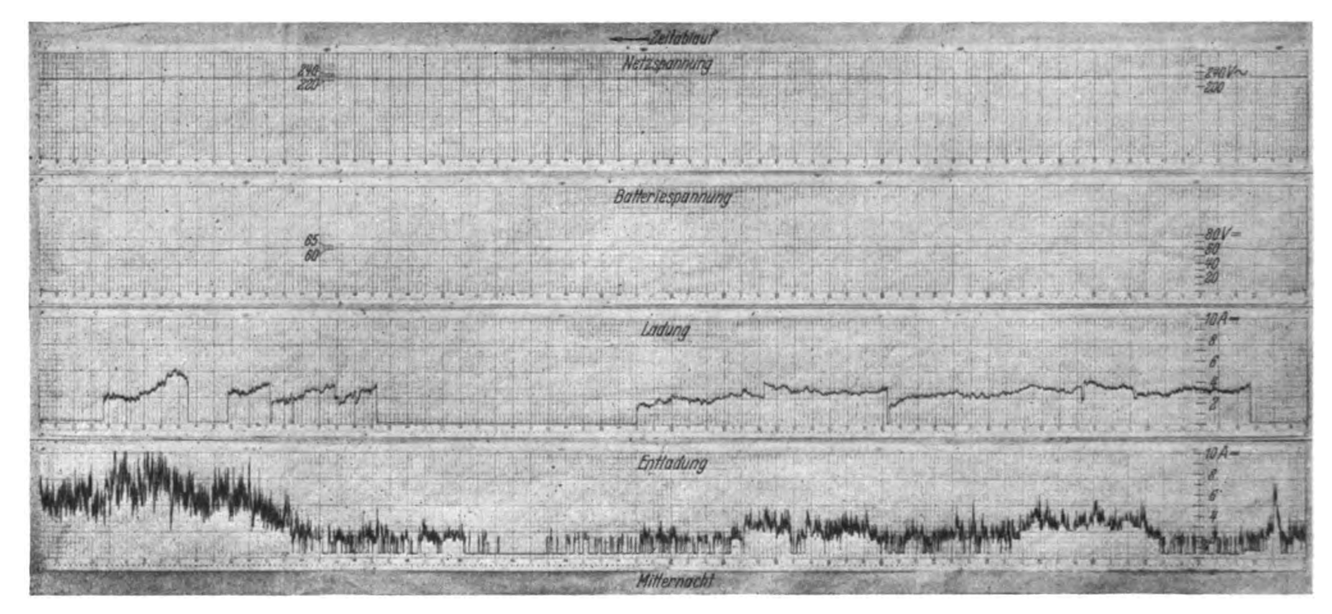


Abb. 4. Entladestrom, Ladestrom, Batterie- und Netzspannung einer Fernsprechzentrale mit Kondensator-Kippdrossel als Gleichrichter-Regelglied.

Die Kippdrosselschaltung bringt nun hier Abhilfe, wenn man, wie in Abb. 2 gezeigt, den Kurventeil a—b möglichst flach gestaltet, so daß der Punkt b über dem Punkt b' liegt. Geht man vom Punkt a aus, so wird die Batterie infolge Fließens des Ladestromes I_m—I_E geladen. Infolgedessen steigt ihre Zellenspannung bis zum Punkte b an. Jetzt fällt plötzlich der Ladestrom bis zum Punkte c, und nunmehr überwiegt der Entladestrom I_E erheblich. Hierdurch geht die Zellenspannung allmählich auf den Punkt d zurück, in welchem der Ladestrom zugeschaltet wird. Dieser Vorgang wiederholt sich je nach Wahl der Verhältnisse in größeren oder kleineren Zeitabständen, so daß also tatsächlich eine dauernde Ladung und Entladung stattfindet, die die Batterie auf voller Kapazitätshöhe erhält. Die Spannungsgrenzen können dabei so gewählt werden, daß nach Absinken der Kapazität auf 70 % zugeschaltet wird, während die Abschaltung bei 100 % vor sich geht. Abb. 3 zeigt einen Ladestrom-Registrierstreifen,

wählen. Abb. 4 zeigt nun 4 Registrierstreifen für einen Zeitraum von 24 h, und zwar die Netzspannung, die Batteriespannung, den Ladestrom und den Entladestrom einer Selbstanschluß-Fernsprechzentrale. Registriert wurde von 12 h bis 12 h am 28. und 29. 4. 1935. Man sieht auf dem untersten Streifen, daß der hauptsächlichste Stromverbrauch zwischen 7 und 12 h und 15 bis 22 h liegt. Während der Nacht von 1 bis 4 h war der Verbrauch außerordentlich gering. In dem darüber liegenden Registrierstreifen kann man leicht verfolgen, wie der Gleichrichter auf die Entladung angesprochen hat. In Zeiten starker Entladung, in welchen der Entladestrom höher liegt als der Ladestrom, arbeitet der Gleichrichter mit Vollast (Abb. 1, Punkt a). Mit zurückgehendem Entladestrom geht dann auch infolge Anstieges der Zellenspannung der Ladestrom (Kurventeil a—b, Abb. 1) zunächst etwas zurück. Erst nach Ergänzung der entnommenen Amperestunden wurde um 24 h 40 m der Ladestrom abgeschaltet, nachdem die Zellenspannung 63 V erreicht hatte. Während der Nacht genügte

[4]) Erkelenz, Stellwerk H. 15 (1933) S. 177.

der Konservierungsstrom, ohne daß eine Wiederzuschaltung des Ladestromes erfolgte. Infolge des geringen Konservierungsstromes ging die Batteriespannung auf 61 V zurück. Erst am nächsten Morgen, nachdem etwa um 5 h eine stärkere Entladung eingesetzt hatte und die Batteriespannung auf 59 V zurückgegangen war, wurde um 5 h 40 m der Ladestrom wieder zugeschaltet. Hieraus ist ersichtlich, daß man die Batteriespannung bei der Pufferung mit der Kondensator-Kippdrossel innerhalb sehr enger Grenzen halten kann, wie dies insbesondere für den Selbstanschluß-Fernsprechbetrieb notwendig ist.

Zur Erfüllung dieser Bedingung muß der Gleichrichter in einem bestimmten Größenverhältnis zur Batterie stehen. Um auf allgemein gültige Zahlen zu kommen, werde angenommen, daß der Strombedarf in 24 h 24 Ah betrage. Als mittlerer Ladestrom ergibt sich 1 A, doch wird man den Gleichrichter aus Reservegründen etwa doppelt so groß, also für 2 A wählen. Um eine 48stündige Reserve zu besitzen, wählt man die Batteriegröße für 48 Ah, deren dreistündiger Ladestrom 12 A beträgt. Das Verhältnis des höchsten Gleichrichter-Ladestromes zum dreistündigen Batterieladestrom beträgt also 1 : 6.

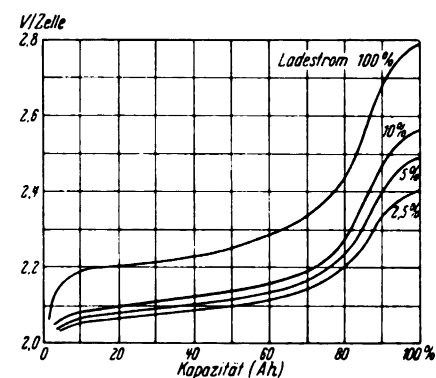


Abb. 5. Ladespannung einer Großoberflächenbatterie für verschiedene konstant gehaltene Ladeströme in Abhängigkeit von der Kapazität.

Kurz vor der Abschaltung des Kippdrossel-Gleichrichters ist der Ladestrom auf 30 % seines Nennwertes zurückgegangen, was auf den dreistündigen Batterieladestrom umgerechnet 5 % ausmacht. In Abb. 5 ist nun das Spannungsdiagramm einer Großoberflächenbatterie wiedergegeben, welches die Zellenspannung für verschiedene, aber konstant gehaltene Ladeströme in Abhängigkeit von der hineingeladenen Strommenge zeigt. Man sieht hieraus, daß bei einer Begrenzung der Abschaltspannung auf 2,15 V je Zelle und bei dem Ladestrom von 5 % die Batterie im Augenblick der Abschaltung zu 70 % aufgeladen ist. Wie aus den Kurven der Abb. 5 nun weiter ersichtlich ist, tritt auch bei den kleinsten Ladeströmen, wenn sich der völlig geladene Zustand einstellt, eine Spannungssteigerung bis auf 2,4 V je Zelle ein. Will man also im Interesse der Stromverbraucher keine höhere Zellenspannung als 2,15 V zulassen, so muß man sich mit einer Auffüllung von 70 bis 80 % der vollen Kapazität im Augenblick der Abschaltung begnügen. Man kann alsdann natürlich nicht erwarten, daß das spezifische Säuregewicht den Wert 1,185 wesentlich übersteigt.

Ferner muß man die Größe des nach der Abschaltung fließenden Konservierungsstromes so niedrig bemessen, daß dieser in der Hauptsache nur die Selbstentladung der Batterie deckt und daß der völlig aufgeladene Zustand erst nach sehr langer Zeit zu erwarten ist. Der Konservierungsstrom muß so klein sein, daß vor Einstellung des vollgeladenen Zustandes mit Sicherheit mit einer neuen Entladung gerechnet werden kann. Beim Kippdrossel-Gleichrichter mit Kondensator-Phasenkippdrossel liegt der Konservierungsstrom unter 1 % (bezogen auf den dreistündigen Batterieladestrom), so daß sich der völlig geladene Zustand erst nach etwa 10 Tagen einstellt. Selbst nach mehrtägigem Aufhören der Entladung an Sonn- und Feiertagen tritt z. B. bei spannungsempfindlichen Fernsprechzentralen keine unzulässige Spannungserhöhung ein. Da bei der vormagnetisierten Regeldrossel der Konservierungsstrom dagegen etwa fünfmal größer ist, so würde der völlig geladene Zustand hier schon nach zwei Tagen eintreten.

Bei der ersten Inbetriebsetzung einer Batterie besteht die Vorschrift, diese gründlich durchzuladen, bevor die Entladung beginnt. Bei der Verwendung eines selbsttätigen Gleichrichters darf man nun nicht den Fehler begehen und den Gleichrichter auf die vorher aufgeladene Batterie schalten, da sich sofort die oben beschriebene unzulässige Spannungserhöhung einstellen würde. Man muß erst die Batterie auf 60 bis 70 % des vollen Kapazitätswertes entladen und kann alsdann den Gleichrichter völlig sich selbst überlassen. Bei zahlreichen ausgeführten Anlagen hat sich gezeigt, daß auch nach jahrelangem Betrieb die Kondensator-Kippdrossel stets für die Ergänzung der entnommenen Amperestunden Sorge trägt. — Neuerdings sind auch Glühkathoden- und Quecksilberdampf-Gleichrichter mit Kondensator-Kippdrossel größerer Leistung entwickelt worden, wie sie für vollselbsttätige Ladung von größeren Fernsprech- und Hilfsbatterien verwendet werden.

Zusammenfassung.

Drosselspulen mit Parallelkondensatoren lassen sich als Gleichrichter-Regelglied den verschiedenen Betriebsbedingungen selbsttätiger Batterieladung gut anpassen. Messungen mit Registrierinstrumenten zeigen den Einfluß, den der Entladestrom auf den Ladestrom ausübt. Obwohl die Ladespannung den Höchstwert von 2,15 V/Zelle nicht überschreitet, wird dennoch die angeschlossene Pufferbatterie bis zu 80 % und mehr des vollen Kapazitätswertes aufgeladen. Zur Einhaltung dieser Spannungsgrenze, welche insbesondere für den Betrieb von Selbstanschluß-Fernsprechzentralen wichtig ist, müssen Batterie und Gleichrichter in einem bestimmten Größenverhältnis stehen.

Über die Lebensdauer von nach dem Saftverdrängungsverfahren getränkten Telegraphenstangen.

(Nach der Statistik der Deutschen Reichspost.)

Von Dr.-Ing. **Hermann Gewecke**, Nowawes.

621. 315. 668. 1

Übersicht. An Hand der aus der Statistik der Deutschen Reichspost über die Gebrauchsdauern von Telegraphenstangen im Schrifttum mitgeteilten Zahlen soll der Nachweis geführt werden, daß die Tränkung von Stangen nach dem Saftverdrängungs-(Boucherie-)Verfahren im Gegensatz zu der in Deutschland vorherrschenden Ansicht eine mittlere Lebensdauer der Stangen selbst bei Verwendung von Kupfersulfat von weit über 30 Jahren bewirkt hat. Es soll weiter nachgewiesen werden, daß für das Kupfervitriol, das infolge unserer Devisenlage für die Zwecke der Holzimprägnierung gegenwärtig ohnehin nicht zur Verfügung steht, in den in Deutschland hergestellten Schutzsalzgemischen nicht nur gleichwertiger, sondern sogar weit überlegener Ersatz vorhanden ist, der, bei der Tränkung im Saftverdrängungsverfahren verwandt, mittlere Lebensdauern von weit über 40 Jahren mit größter Sicherheit zu erreichen verspricht.

Die umfassendsten Erfahrungen mit der Tränkung von hölzernen Leitungsmasten nach dem von Boucherie im Jahre 1841 angegebenen Saftverdrängungsverfahren



hat ohne Frage die Deutsche Reichspost, die während 50 Jahren, von etwa 1860 bis 1910, insgesamt über 5½ Mill Stangen nach diesem Verfahren unter Verwendung von Kupfersulfat als Imprägniermittel getränkt, in ihren Linien aufgestellt und beobachtet hat. Im Jahre 1903 waren mit etwa 2,5 Mill 90 % aller in den Linien stehenden Stangen nach diesem Verfahren hergestellt. Etwa von 1910 ab hat die Post diese von ihr selbst in reichseigenen Anstalten vorgenommene Tränkung aufgegeben, da die mittlere Standdauer, die mit 13,4 Jahren ermittelt wurde[1]), zu gering erschien, und weil auch die rechtzeitige Beschaffung des saftfrischen Holzes als zu schwierig angesehen wurde. Das sehr umfangreiche Beobachtungsmaterial der Deutschen Reichspost hat nun K. Winnig[2]) der Fachwelt zugänglich gemacht.

Bei den Boucherie-Stangen und den anderen, nach inzwischen verlassenen Verfahren getränkten Stangen (Zinkchlorid, Teeröl-Volltränkung) hat K. Winnig nur völlig abgeschlossene Jahrgänge seiner Untersuchung zugrunde gelegt. Da heute noch Kupfervitriolstangen aus den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts in den Linien stehen, so ist es verständlich, daß sich diese Untersuchungen nur bis in die Einstellungsjahrgänge der 70er Jahre erstrecken können. Aus diesen abgeschlossenen Jahrgängen von 1860 bis 1873 wird von ihm eine mittlere Gebrauchsdauer von 17,8 Jahren ermittelt. Die Betrachtung der über die späteren Jahre mitgeteilten Zahlen zeigt aber, daß die mittlere Gebrauchsdauer der in den folgenden Jahrzehnten getränkten Maste ganz erheblich gestiegen sein muß. Wenn auch die Unterlagen fehlen, um diesen Wert genau zu errechnen, so kann doch nach den schon im Schrifttum[3]) mitgeteilten Zahlen die untere Grenze, die die mittlere Gebrauchsdauer mindestens erreicht haben muß, ziemlich genau festgelegt werden.

Nach K. Winnig[4]) standen im Jahre 1910 in den Linien 3 312 334 Kupfersulfatstangen. Weiter sind nach dem gleichen Bericht seit 1910 neue Kupfersulfatstangen nicht mehr eingestellt worden. Im Jahre 1932 standen dagegen noch 1 738 379 Stangen. Durch Extrapolation ergibt sich, daß 1933 noch etwa 1 650 000 Kupfersulfatstangen gestanden haben müssen. Das wäre die Hälfte der im Jahre 1910 vorhandenen. In der Zwischenzeit sind keine Stangen mehr eingestellt. Nun wird bekanntlich die Zeitspanne, die seit Erbauung einer Linie bis zu dem Zeitpunkt verfließt, an dem die Hälfte der erstellten Maste durch Fäulnis oder Insektenfraß ausgefallen ist, allgemein als mittlere Lebensdauer bezeichnet.

Es wäre aber offenbar falsch, für die im Jahre 1910 stehenden Kupfersulfatstangen auf Grund der vorstehend mitgeteilten Zahlen die mittlere Lebensdauer auf 23 Jahre zu beziffern. Denn in den seit 1910 ausgewechselten Stangen sind naturgemäß auch die enthalten, die wegen Umbauten, Abgabe an andere Behörden oder dgl. aus dem Bereich der Deutschen Reichspost verschwunden sind. Nach der gleichen Quelle[5]) sind von den in den Jahren 1859 bis 1932 ausgewechselten Kupfersulfatstangen rd. 1,9 Mill wegen Fäulnis und Insektenfraß und 1,88 Mill aus anderen Ursachen aus den Linien genommen. Es ist also nur rund die Hälfte des Ausfalls der Stangen auf Fäulnis oder Insektenfraß zurückzuführen. Der gesamte Ausfall an Stangen vom Jahre 1910 bis 1932 beträgt rd. 1 574 000 Stück. Davon ist also etwa die Hälfte, nämlich 787 000, aus anderen Ursachen aus den Linien herausgenommen. Diese Stangen werden daher von vornherein von der Betrachtung ausgeschlossen und von der Gesamtzahl der im Jahre 1910 stehenden abgesetzt. Die so reduzierte ursprüngliche Stangenzahl beträgt also rd. 2 525 300. Von diesen Stangen sind wegen Fäulnis und Insektenfraß bis zum Jahre 1932, also im Verlauf von 22 Jahren, 787 000, d. i. 31,2 %, abgegangen. Aus dem Verlauf der in dem Bericht angegebenen Summenkurve für die Boucherie-Stangen[6]) ergibt sich aber, daß, wenn nach 22 Jahren etwa 30 % der Stangen ausgefallen sind, dann bis zu einem Ausfall von 50 % der Stangen mehr als 30 Jahre vergehen werden.

Schon nach dieser Betrachtung muß also die mittlere Gebrauchsdauer der mit Kupfersulfat nach dem Saftverdrängungsverfahren getränkten Stangen über 30 Jahre betragen. In Wirklichkeit aber ist sie noch erheblich höher, da ja die im Jahre 1910 in den Linien stehenden 3,3 Mill Stangen nicht in diesem Jahre neu aufgestellt sind, sondern aus zum Teil weit zurückliegenden, bis aus den 70er Jahren stammen. Aus Erwägungen, deren Darlegung hier zu weit führen würde, ergibt sich, daß man als mittleres Einstellungsjahr für die im Jahre 1910 stehenden 3,3 Mill Stangen etwa das Jahr 1900 ansetzen kann, so daß die tatsächliche mittlere Lebensdauer der mit Kupfersulfat getränkten Boucherie-Stangen weit über 30, wahrscheinlich rd. 40 Jahre beträgt.

Dieses Ergebnis, das nicht etwa auf gewagten Schlüssen oder auf einer Vorausberechnung auf Grund der Beobachtungen weniger Jahre aufgebaut ist, sondern aus der Statistik der Deutschen Reichspost über mehrere Millionen Stangen sich zwingend ergibt, mag im ersten Augenblick in Hinsicht auf die für die früheren Jahrgänge mitgeteilten Gebrauchsdauern überraschend erscheinen. Wenn man jedoch die mittlere Gebrauchsdauer der einzelnen Jahrgänge[7]) betrachtet, so erkennt man deutlich eine steigende Tendenz. Das Mittel aus den letzten sechs Jahrgängen würde z. B. schon eine mittlere Gebrauchsdauer von mehr als 20 Jahren ergeben, zumal wenn man berücksichtigt, daß diejenige des Jahres 1869 mit 18,8 Jahren nur an 712 ausgefallenen Stangen ermittelt wurde. Die Verbesserung der Lebensdauer ist auch dadurch verständlich, daß einmal das Verfahren im Laufe der Jahrzehnte dauernd vervollkommnet wurde, insbesondere die Tränkung bis zu höherer Konzentration der am Zopf austretenden Tränklösung durchgeführt wurde, und daß ferner das Kupfervitriol in immer größerer Reinheit für die Tränkung Verwendung fand. Insbesondere war es erst in den letzten Jahrzehnten der Tränkung ohne Beimengungen von freier Schwefelsäure in Gebrauch.

Im übrigen wird durch dieses Ergebnis die Verbindung hergestellt zu den erheblich höheren Gebrauchsdauern, die aus der Schweiz berichtet werden[8]). In diesem Lande, das seit vielen Jahrzehnten die bei weitem überwiegende Mehrzahl aller seiner Stangen und Leitungsmaste nach dem Saftverdrängungsverfahren tränkt, sind in manchen Linien noch nach 20 bis 25 Jahren 80 bis 90 % der ursprünglich gestellten Maste vorhanden. Das sind Werte, die gleichfalls auf eine mittlere 30- bis 40jährige Lebensdauer schließen lassen.

Welches ist nun der Grund für diese außerordentlich günstigen Ergebnisse, die trotz der verhältnismäßig geringen Schutzwirkung des Kupfervitriols erreicht wurden? Die einzig mögliche Erklärung ist die beim Saftverdrängungsverfahren vollkommene und zuverlässige Durchtränkung des gesamten gefährdeten Holzquerschnittes über die ganze Stammlänge.

In der Tat ist Kupfersulfat an den heutigen Anforderungen gemessen kein besonders hochwertiges Imprägniermittel für Holz. Seit Jahrzehnten sind nun Schutzsalzgemische verwendet und erprobt worden, die nitrierte Phenol-, Fluor-, Chrom- und Arsensalze enthalten, und die dem Kupfersulfat ganz erheblich überlegen sind.

Über die Eigenschaften des Kupfersulfats sowie der genannten Schutzsalzgemische als Holzimprägniermittel sind zahlreiche Untersuchungen im In- und Ausland durchgeführt worden. Die neuesten, sehr sorgfältigen

[1]) Arch. Post Telegr. (1905) S. 505.
[2]) Arch. Post Telegr. (1934) S. 1.
[3]) Wie Fußnote 2, Tafel 2.
[4]) Wie Fußnote 2, Tafel 2.
[5]) Wie Fußnote 2, Tafel 1.

[6]) Wie Fußnote 2, Bild 11.
[7]) Wie Fußnote 2, Tafel 3.
[8]) Wie Fußnote 2, S. 7.

Messungen sind von dem Holzuntersuchungsinstitut in Dehra-Dun (Indien) im Jahre 1933 gemacht worden[9]). Die Versuche sind an Probeklötzchen von Kiefer und Buche angestellt worden gemäß den internationalen Vorschriften für die Untersuchung von Holzkonservierungsmitteln. Aus der großen Zahl der dort veröffentlichten Werte seien nur die für das hier interessierende Kupfersulfat sowie diejenigen für Thanalith U, das einzige der in Dehra-Dun untersuchten deutschen Schutzsalzgemische, mitgeteilt:

1. Hemmungswert.

Zunächst wurde die prozentuale Konzentration des Schutzmittels in wässeriger Lösung festgestellt, bei der gerade noch ein Befall des Holzes durch holzzerstörende Pilze verhindert wird, der sogenannte Hemmungswert. Zur Untersuchung wurde Coniophora cerebella (Kellerschwamm) verwendet. Der Hemmungswert für diesen Holzzerstörer, der zu unseren stärksten gehört, liegt nach diesen Messungen

für Kupfersulfat bei 1,5 %,
für Thanalith U bei 0,075 %[10]).

Demnach hat Thanalith U eine zwanzigmal so starke pilzwidrige Kraft als Kupfersulfat. Selbst wenn man bei Kupfersulfat eine Menge von 10 kg/m³ einbringt und bei Thanalith U, entsprechend den Vorschriften der Deutschen Reichspost, nur 2 kg/m³, so ist bei Thanalith U die Schutzwirkung immer noch etwa eine viermal so hohe wie bei Kupfersulfat.

2. Unauslaugbarkeit.

Wichtiger ist aber die Feststellung, was von dem Schutzmittel nach längerer Gebrauchsdauer im Holz verbleibt, d. h. also in welchem Maße es durch Wasser auslaugbar ist. Die Unauslaugbarkeit wurde in dem genannten Institut wie üblich so untersucht, daß die Probeklötzchen in einem auf einer Schüttelmaschine aufgestellten, mit Wasser gefüllten Gefäß ausgewaschen wurden. Die nach 20 000maligem Schütteln ausgelaugte Salzmenge wurde durch Untersuchung der Auswaschflüssigkeit festgestellt. Es ergab sich nach den Versuchen eine Auslaugung

bei Kupfersulfat zu 31,5 %,
bei Thanalith U zu 1,9 %[11]).

Also auch in diesem wichtigen Punkt ist das Thanalith U dem Kupfersulfat weit überlegen.

Von großer Bedeutung ist auch das Verhalten der Imprägniermittel gegenüber den Einflüssen der Bodenverhältnisse. Es ist bekannt, daß bei kalkhaltigen Böden die Bodenwässer Kalksalze aufnehmen, die mit diesen in das Holz eindringen und dort eine Umsetzung des Kupfersulfats in die nur schwach pilzwidrigen Kupferkarbonate und basischen Sulfate bewirken. Das ist der Grund, weshalb mit Kupfersulfat getränkte Maste in kalkhaltigen Böden oft nach sehr kurzer Standdauer zerstört sind. Die oben erwähnten Schutzsalze dagegen verhalten sich gegen die Einwirkungen kalkhaltiger ebenso wie stickstoffhaltiger Wässer gänzlich indifferent. Die Schutzwirkung dieser Salze wird also durch Aufstellung der Maste in kalk- bzw. stickstoffhaltigen Böden nicht herabgemindert, wie auch durch Einbau von Masten in solchen Gegenden einwandfrei nachgewiesen ist.

Die vorstehenden Darlegungen, die die starke Überlegenheit der Schutzsalzgemische über das Kupfersulfat dartun, führen zu dem zwingenden Schluß, daß die mittlere Gebrauchsdauer von Leitungsmasten und Telegraphenstangen, die sachgemäß mit derartigen Schutzsalzgemischen getränkt sind, die für Kupfersulfat aus langjährigen Erfahrungen ermittelte erheblich übersteigen wird, also ohne Zweifel Beträge von weit über 40 Jahren erreichen muß.

9) Forest Bull. Nr. 81 (1933) S. 14.
10) Wie Fußnote 9, S. 14.
11) Wie Fußnote 9, S. 29 u. 31.

Zusammenfassung.

Aus der Statistik der Deutschen Reichspost über die mittleren Gebrauchsdauern von nach den verschiedenen Systemen imprägnierten Telegraphenstangen wird nachgewiesen, daß die nach dem Saftverdrängungsverfahren (Boucherie) mit Kupfervitriol getränkten Telegraphenstangen, soweit sie aus den letzten Jahrzehnten vor dem Verlassen dieser Tränkungsart stammen, eine mittlere Gebrauchsdauer von 30 bis 40 Jahren haben im Gegensatz zu einer erheblich kürzeren Lebensdauer der aus den ersten Jahren dieses Verfahrens stammenden Stangen. Diese überraschend hohe Gebrauchsdauer, die auch im Gegensatz zu der bisher in Deutschland herrschenden Auffassung steht, ist nur erklärlich durch die außerordentlich vollkommene und zuverlässige Art der Durchtränkung, die bei Verwendung des Saftverdrängungsverfahrens erreicht wird. Weiter wird das Kupfervitriol mit neuzeitlichen Schutzsalzgemischen, wie z. B. „Thanalith U“, auf Grund der hierüber vorliegenden Veröffentlichungen in Vergleich gestellt, wobei sich eine starke Überlegenheit dieser Schutzsalzgemische ergibt. Das führt zu dem zwingenden Schluß, daß Maste, nach dem Saftverdrängungsverfahren mit diesen bewährten Schutzsalzgemischen imprägniert, eine Lebensdauer von weit über 40 Jahren haben müssen.

Über Selbsterregung und deren Verhütung bei Drehstrom-Reihenschlußmaschinen.

Von J. Kozisek, Berlin.

621. 313. 361

Übersicht. Die Drehstrom-Reihenschlußmaschine erzeugt unter gewissen Verhältnissen fremdperiodige Ströme, die vielfach einen ordnungsmäßigen Betrieb unmöglich machen. Die Erscheinung wird beschrieben und Mittel zu ihrer Unterdrückung angegeben. In den Vordergrund wird hierbei eine neue Schaltung gestellt, die die fremdperiodigen Ströme beim Motorbetrieb mit besonders einfachen Mitteln restlos beseitigt[1]).

Der Drehstrom-Reihenschlußmotor hat in den letzten Jahren einen bemerkenswerten Aufschwung genommen. Es ist das die Folge der großen Fortschritte, die auf dem Gebiete der Kommutierung bei dieser Maschinenart erzielt worden sind. Damit ist es erst möglich geworden, die Drehstrom-Reihenschlußmotoren wirtschaftlich zu bauen und zu betreiben. Das Anwendungsgebiet nimmt nunmehr dauernd zu. Es sei nur erinnert an die zahlreichen Antriebe mit Drehstrom-Reihenschlußmotoren bei Lüftern, Pumpen und im Hebezeugbetrieb. Die Entwicklung ist noch lange nicht abgeschlossen, im Gegenteil im vollen Gange, und es ist anzunehmen, daß der Drehstrom-Reihenschlußmotor noch manches Anwendungsgebiet erobern wird. Unter diesen Umständen dürfte es zweckmäßig sein, sich mit den Eigenschaften dieser Maschinenart recht eingehend vertraut zu machen. Im nachstehenden soll die Frage der Selbsterregung bei Drehstrom-Reihenschlußmotoren behandelt werden.

Die Drehstrom-Reihenschlußmaschine hat in gewissen Betriebszuständen bzw. in gewissen Schaltungen eine recht unangenehme Eigenschaft. Sie erzeugt nämlich Ströme, deren Frequenz von der Netzfrequenz völlig abweichend

1) Nach einem Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 28. 5. 1935. Eine Besprechung wird nicht abgedruckt.



ist, und die daher keine Nutzarbeit leisten können. Die Frequenz dieser Ströme bewegt sich in der Größenordnung von 2 bis 5 Hz. Diese Ströme fließen neben dem eigentlichen Arbeitsstrom über den Kommutator, belasten zusätzlich die Bürsten und die Wicklungen, verschlechtern die Kommutierung und den Wirkungsgrad und erhöhen den Bürsten- und Kommutatorverschleiß. In vielen Fällen sind diese Ströme derart kräftig, daß sie einen geregelten Betrieb der Drehstrom-Reihenschlußmaschine unmöglich machen. Ein Satz Bürsten kann unter Umständen in wenigen Stunden verbraucht sein. Man bezeichnet das Auftreten dieser fremdperiodigen Ströme als Selbsterregung. Die Selbsterregung trat naturgemäß gleich in der ersten Entwicklungszeit der Drehstrom-Kommutatormaschine auf, als man angefangen hat, diese Maschinenart in größerem Umfange in die Praxis einzuführen. Viele namhafte Elektrotechniker der damaligen Zeit haben sich mit dieser Erscheinung recht eingehend beschäftigt[2]). In der letzten Zeit sind auch im Ausland Beiträge zur Selbsterregung geliefert worden[3]), ein Beweis, daß die Erscheinung auch anderorts noch Beachtung findet.

Man kann zwei Arten der Selbsterregung unterscheiden, nämlich die beim Generatorbetrieb und die beim Motorbetrieb. Wir beginnen mit der ersteren.

Wird ein Drehstrom-Reihenschlußmotor ans Netz gelegt und entgegen der Motordrehrichtung durch eine äußere Kraft angetrieben, so arbeitet die Maschine als Generator auf das Netz, es tritt aber schon bei sehr mäßigen Drehzahlen eine Selbsterregung ein. Es ist hierbei gleichgültig, ob der Ständer einschließlich des zugehörigen Zwischentransformators in Stern oder in Dreieck geschaltet ist. Es ist gleichgültig, mit welcher Phasenzahl der Kommutatoranker gespeist wird, also ob in Dreibürstenschaltung oder in Sechsbürstenschaltung. In allen Fällen tritt die Selbsterregung beim Generatorbetrieb mit Sicherheit ein. Die Selbsterregung ist in diesem Falle ein richtiger Drehstrom. Die Ströme schließen sich über das Netz und verursachen auch dort infolge ihrer sehr niedrigen Frequenz recht unangenehme Erscheinungen. Die Selbsterregung tritt auch auf, ja sogar in verstärktem Maße, wenn man die Klemmen der Drehstrom-Kommutatormaschine kurzschließt. Es entspricht dies der bekannten Kurzschlußbremsung eines Gleichstromgenerators mit dem Unterschied, daß es sich hier um einen niedrigperiodigen Drehstrom handelt. Die Selbsterregung ist naturgemäß höchst unerwünscht, und man muß danach trachten, sie zu unterdrücken oder zumindest zu schwächen. Die Erfahrung hat uns gezeigt, daß man die Selbsterregung mit zwei Mitteln, nämlich mit der magnetischen Sättigung im Motor bzw. im Zwischentransformator oder mit einer Erhöhung des ohmschen Widerstandes im Selbsterregungskreis unterdrückt. Das erste Mittel, die Erhöhung der Sättigung, führt in einigen Fällen zum Ziele. Es hat jedoch den Nachteil, daß die Betriebseigenschaften, insbesondere der Leistungsfaktor, sowohl beim Generator- als auch beim Motorbetrieb ungünstig beeinflußt werden. Beim Motorbetrieb könnte man diese nachteiligen Wirkungen beseitigen, indem man eine zweckentsprechende Umschaltung vornimmt und damit wieder normale Sättigungsverhältnisse schafft. Doch sind solche Mittel kostspielig und beim raschen Steuern unbequem. Aus diesem Grunde hat die Sättigung kein großes Anwendungsgebiet zur Unterdrückung der Selbsterregung gefunden. Das zweite Mittel, die Erhöhung des ohmschen Widerstandes des Selbsterregungskreises, hat sich als zweckmäßiger erwiesen. Der zusätzliche Widerstand, als Dämpfungswiderstand bezeichnet, wird entweder primär oder sekundär eingeschaltet. Auf der primären Seite hat man den Vorteil, daß das Schaltzubehör wegen der kleineren Ströme handlicher wird. Auf der sekundären Seite hat man wiederum den Vorteil, daß man mit wesentlich geringeren Widerständen durchkommt. Das Schaltzubehör ist allerdings hierbei für ziemlich hohe Stromstärken zu bemessen. Bezüglich der Größe des Dämpfungswiderstandes herrschen ähnliche Verhältnisse wie bei einer Gleichstrommaschine mit Nebenschlußerregung. Auch hier gibt es für jede Drehzahl einen sogenannten kritischen Widerstand, der etwas überschritten werden muß, um die Selbsterregung mit Sicherheit zu unterdrücken. Die Einschaltung des Dämpfungswiderstandes hat naturgemäß eine Verschlechterung des Generatorwirkungsgrades zur Folge, da der normale Arbeitsstrom durch den Widerstand hindurch muß. Die Verschlechterung ist jedoch noch erträglich. Messungen an neueren Maschinen haben ergeben, daß der Vollastwirkungsgrad beim Generatorbetrieb sich in der Größenordnung von 70 bis 80 % bewegt gegenüber einem Wirkungsgrad von 85 bis 90 % beim Motorbetrieb. Von wesentlichem Einfluß auf die genannten Wirkungsgradwerte ist die Sättigung im Motor bzw. im Zwischentransformator, der Luftspalt im Motor und die Bürstenmarke auf dem Kommutator, also alles Größen, die auch beim selbsterregten Gleichstromgenerator von Einfluß sind. Die Verschlechterung des Wirkungsgrades durch Einschaltung des Dämpfungswiderstandes ist in den meisten Fällen ziemlich belanglos, da der Generatorbetrieb in den meisten Fällen nur vorübergehend ist. Es sei erinnert an die Verhältnisse im Kranbetrieb, wo die Drehstrom-Kommutatormaschine nur beim Senken der Last generatorisch zu arbeiten hat. Nur während dieser Zeit bleibt der Dämpfungswiderstand eingeschaltet, während er sonst kurzgeschlossen wird. Die Abb. 1 zeigt das Schaltbild eines derartigen Kranmotors, aus dem die normale Schaltung des Dämpfungswiderstandes ersichtlich ist. Die Abb. 2 zeigt, in welchem Größenverhältnis ein derartiger Dämpfungswiderstand zum zugehörigen Drehstrom-Reihenschlußmotor steht. Eine Unterdrückung der Selbsterregung beim Generatorbetrieb durch irgendwelche Schaltungsmaßnahmen an der Drehstrom-Kommutatormaschine bzw. am Zwischentransformator ist bis zum heutigen Tage nicht bekannt. Hier ist also noch ein Betätigungsfeld für Erfinder. Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß die beschriebene Selbsterregung bei der Drehstrom-Kommutatormaschine auch eine praktische Anwendung gefunden hat, und zwar bei der Phasenkompensation größerer Drehstrommotoren. Schaltet man einen Drehstrom-Kommutatorgenerator auf den Sekundärteil einer Induktionsmaschine, so kann die Selbsterregung zur Erregung der Induktionsmaschine herangezogen werden. Die Erscheinungen spielen sich hier ziemlich harmlos ab, da die Drehstrom-Reihenschlußmaschine auf einen verhältnismäßig großen ohmschen Widerstand geschaltet ist. Auf Einzelheiten will ich nicht eingehen und verweise auf die diesbezüglichen Aufsätze von N e h l s e n[4]) und in neuester Zeit von H e y l a n d[5]).

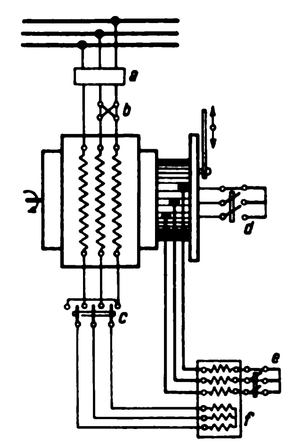


Abb. 1. Drehstrom-Reihenschluß-Kommutatormotor (Kranmotor).

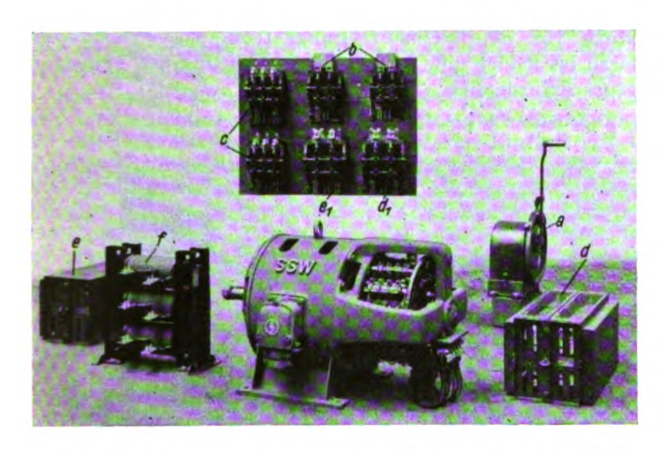
a Schaltzubehör
b Drehfeldumschalter
c Schalter für zyklische Vertauschung
d Parallelwiderstand
e Dämpfungswiderstand
f Zwischentransformator

Wir kommen nunmehr zu der Selbsterregung der zweiten Art, die bereits beim Motorbetrieb auftritt und

[2]) Z. B. ETZ 34 (1913) S. 197.
[3]) J. Inst. electr. Engr. Japan (1925) S. 497.
[4]) ETZ 38 (1917) S. 584, 593.
[5]) ETZ 51 (1930) S. 1545.



dadurch viel unangenehmer ist. Auch diese Selbsterregung zeigte sich bereits in der ersten Anwendungszeit der Drehstrom-Kommutatormaschine. Sie wurde zum ersten Male in einem Aufsatz von Schenkel beschrieben[6]). Sie hat das Eigentümliche, daß sie nur auf eine ganz bestimmte Schaltung der Drehstrom-Kommutatormaschine,



a Meisterwalze
b Drehfeldumschalter
c Schalter für zyklische Vertauschung
d Parallelwiderstand
d_1 Schütz für Parallelwiderstand
e Dämpfungswiderstand
e_1 Schütz für Dämpfungswiderstand
f Zwischentransformator

Abb. 2. Drehstrom-Reihenschluß-Kommutatormotor (Kranmotor) 50 kW, 380 V, 710 U/min mit zugehörigem Schaltgerät.

allerdings eine sehr wichtige, beschränkt ist. Es ist das diejenige, bei der der Ständer einschließlich des zugehörigen Zwischentransformators in Dreieck geschaltet und der Läufer 6phasig gespeist ist. Hierbei ist es gleichgültig, ob der Motor mit einfachem oder mit doppeltem Bürstensatz arbeitet. Abb. 3 zeigt uns das Grundsätzliche

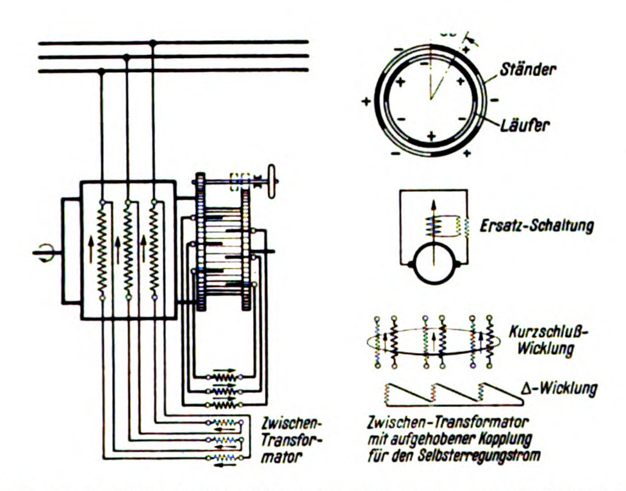


Abb. 3. Drehstrom-Reihenschlußmotor. Selbsterregung bei Motorbetrieb (s. die Pfeile an Zwischentransformator- und Ständerwicklung).

der Schaltung. Bei allen andern Schaltungen des Drehstrom-Reihenschlußmotors tritt die Selbsterregung der zweiten Art nicht auf. Es entsteht naturgemäß sofort die Frage, weshalb man die vorhin beschriebene Schaltung ausführt, wo sie doch zur Selbsterregung neigt. Hierauf ist folgendes zu antworten. Die Sechsbürstenschaltung ist nach dem heutigen Stande der Technik eine Notwendigkeit bei Drehstrom-Reihenschlußmotoren in der Größenordnung von 50 bis 500 kW. Sie hat den großen Vorteil, daß man kurze Kommutatoren bekommt und daß die Kommutierung gegenüber der Dreibürstenschaltung wesentlich verbessert wird. Bei großen Polteilungen kann man den Anker 9- bzw. 12phasig speisen und damit die Selbsterregung unterdrücken. Doch bedeutet diese Ausführungsart schon eine gewisse Verwicklung in der Ausführung, so daß man sie nach Möglichkeit meidet und versucht, mit der Sechsbürstenschaltung durchzukommen. Die weiter notwendige Dreieckschaltung des Ständers einschließlich Zwischentransformators ist bei vielen Antrieben nicht zu umgehen. Es sei erinnert an manche Lüfterantriebe, die vielfach monatelang, ja jahrelang mit niedrigen Drehzahlen arbeiten müssen und erst später auf höhere Drehzahlen gebracht werden. In solchen Fällen ist es genau so wie beim gewöhnlichen Induktionsmotor zweckmäßig, den Drehstrom-Reihenschlußmotor normalerweise in Dreieck zu schalten und bei den unteren Drehzahlen auf Sternschaltung überzugehen. Man verbessert damit die Betriebseigenschaften des Drehstrom-Reihenschlußmotors wesentlich. Vielfach wird vom Kunden eine Stern-Dreieck-Umschaltung vorgeschrieben, um die Möglichkeit zu haben, an zwei Netze, deren Spannungen im Verhältnis $1 : \sqrt{3}$ stehen, anschließen zu können, ohne eine Umwicklung vornehmen zu müssen.

Die Selbsterregung beim Motorbetrieb ist im Gegensatz zu der beim Generatorbetrieb ein Einphasenstrom von einer niedrigen Frequenz. Zu ihrer Unterdrückung könnte man auch zunächst an die Sättigung bzw. an die ohmschen Widerstände denken. Diese beiden Mittel scheiden jedoch hier aus, da durch ihre Verwendung die Betriebseigenschaften des Motors recht ungünstig beeinflußt würden. Man würde einerseits den Leistungsfaktor, anderseits den Wirkungsgrad herabsetzen. Besonders das letztere wäre sehr nachteilig, denn damit würde man die Wirtschaftlichkeit eines derartigen Drehstrom-Reihenschlußmotors ganz wesentlich verschlechtern. Wenn auch der Dämpfungswiderstand hier wesentlich kleiner ausfällt als beim Generatorbetrieb, so beträgt doch die Verschlechterung des Wirkungsgrades etwa 3 bis 4 Einheiten. Es mußten daher Lösungen gefunden werden, die diese Art der Selbsterregung ohne Widerstand bzw. erhöhte Sättigung beseitigen. Solche Lösungen sind in der Tat gefunden worden, und es soll an Hand der Abb. 3 ihr Wesen näher erläutert werden.

Der Selbsterregungsstrom ist, wie schon erwähnt, ein Einphasenstrom. Er tritt im Gegensatz zur Selbsterregung im Generatorbetrieb auch dann auf, wenn die Maschine vom Netz abgeschaltet wird. Der Selbsterregungsstrom kommt aus der Maschine gar nicht heraus. Seine Rückwirkung auf das Netz macht sich nur mittelbar bemerkbar durch die Erhöhung der Sättigung im Motor bzw. Zwischentransformator. Im Ständer durchfließt der Selbsterregungsstrom, wie aus Abb. 3 ersichtlich, die drei Phasen hintereinander. Die Verteilung der Amperestäbe zeigt uns, daß dreimal so viele Polpaare entstehen als der normalen Drehstromwicklung entspricht. Im Läufer herrschen ähnliche Verhältnisse. Zeichnet man auch hier die Verteilung der Amperestäbe für den Selbsterregungsstrom, so ergibt sich ebenfalls eine verdreifachte Polpaarzahl. Die Polpaarzahlen der Ständer- und Läuferwicklungen sind also gleich, und es kann daher bei passender relativer Lage der beiden Wicklungen zueinander, die durch Bürstenverschiebung geregelt sind, eine Selbsterregung auftreten. Hat man sich mit dieser Darstellungsart vertraut gemacht, so ist man ziemlich leicht in der Lage, Gegenmaßregeln zu ergreifen, um die Selbsterregung zu unterdrücken. Bei der ersten Lösung[7]) wird der Wicklungsschritt für die Ständerwicklung oder aber für die Läuferwicklung zu ⅔ der Polteilung gewählt; die Abb. 3 zeigt, daß sich dann die positiven und negativen Amperestäbe der Ober- bzw. Unterschicht aufheben, so daß die Wicklung in bezug auf den Selbsterregungsstrom magnetisch

[6]) Arch. Elektrotechn. 2 (1908) S. 10.

[7]) DRP 261 234.



unwirksam wird. Die Selbsterregung ist dadurch restlos beseitigt. Leider hat diese Maßnahme einen Nachteil, indem, wie aus der Theorie der Wicklungen und aus der Theorie der Streuung bekannt, gerade bei ⅚ Sehnung die Oberfelder besonders stark werden. Dadurch werden die Kommutierung und die Streuung ungünstig beeinflußt. Der erstere Umstand ist besonders unangenehm.

Eine weitere bemerkenswerte Lösung[8]) der gestellten Aufgabe besteht darin, auf der sekundären Seite die Sechsbürstenschaltung in zwei Dreibürstenschaltungen aufzulösen, was ohne weiteres gelingt, wenn man auf der sekundären Seite des Zwischentransformators zwei neue Nullpunkte schafft. Aus Abb. 3 ist ersichtlich, daß der Selbsterregungsstrom in diesem Falle nicht fließen kann. Die drei Ströme fließen dem Nullpunkt zu und können also nicht weiter. Diese Schaltung ist wesentlich vollkommener. Sie hat höchstens den Nachteil, daß die beiden Nullpunkte gerade im hochstromigen Teil ausgeführt werden müssen, was naturgemäß den Zwischentransformator etwas verteuert. Die Schaltung wird ferner unbequemer, wenn man mit derselben Maschine auch generatorisch bremsen will, und wenn man dann sekundär einen Dämpfungswiderstand einschalten will, dann müssen die Nullpunkte außerdem noch aufgelöst werden. Man erhält daher insgesamt 12 Klemmen für die immerhin hohen Stromstärken. Bei einer Ausführung dieser Schaltung zeigte es sich, daß die Verteilung der Ströme auf die beiden parallelen Zweige nicht leicht ist. Doch glaube ich, daß man durch sorgfältige Ausführung des Bürstenträgers eine praktisch brauchbare Verteilung erzielen kann.

Vor etwa zwei Jahren bot sich Gelegenheit, eine weitere Lösung des gestellten Problems zu finden und praktisch an mehreren Maschinen zu erproben. Die Lösung ist sehr einfach und, soweit die Ausführungen gezeigt haben, mit keinen Nachteilen verbunden, ja sie scheint noch besondere Vorteile in bezug auf Kommutierung zu haben. Das Wesen der neuen Schaltung erkennt man am besten aus Abb. 3, in der rechts eine Einphasenersatzschaltung des Selbsterregungskreises dargestellt ist. Wie ersichtlich, kann man die Selbsterregung hierbei in einfachster Weise unterbinden, wenn man die Kopplung des Transformators vermindert oder zu Null macht. Dies läßt sich nun tatsächlich, sogar auch nachträglich, in höchst einfacher Weise machen, indem man z. B. bei einem Kerntransformator um die 3 Kerne eine kurzgeschlossene Wicklung herumlegt. Aus Abb. 3 ist ersichtlich, daß hierbei die Kopplung für den Selbsterregungsstrom praktisch vollständig aufgehoben wird, daß hingegen für den normalen Arbeitsdrehstrom die Verhältnisse in keiner Weise geändert werden. Dasselbe Ergebnis erhält man auch durch eine kleine Hilfswicklung, die in Dreieck geschaltet wird. Die Hilfswicklung ist erforderlich, wenn man z. B. einen Transformator in der Manteltype als Zwischentransformator ausführen würde. Die beiden kurzgeschlossenen Wicklungen wirken also, wie ersichtlich, wie ein Sieb, indem sie nur den Drehstrom hindurchlassen, hingegen den einphasigen Selbsterregungsstrom abdrosseln bzw. nicht übertragen. Es sei noch erwähnt, daß beide Kurzschlußwicklungen bereits bei normalen Transformatoren angewendet worden sind, um gleichphasige Oberfelder zu unterdrücken und damit Verluste im Transformatorkessel zu vermeiden[9]). Abb. 4 zeigt einen Drehstrom-Reihenschlußmotor von 170 kW, an dem die beschriebene neue Einrichtung zum ersten Male mit besonderem Erfolg erprobt worden ist. Die Maschine ist nunmehr seit etwa einem Jahre in einwandfreiem Betrieb. Eine Selbsterregung ist in dieser Zeit kein einziges Mal aufgetreten. Bemerkenswert ist hierbei die gute Kommutierung der Drehstrom-Reihenschlußmaschine, so daß man wohl zu der Annahme neigen muß, daß durch die Kurzschlußwicklung nicht nur die Selbsterregung, sondern auch noch andere die Kommutierung störende Oberfelder unterdrückt werden. Der Bürstenverschleiß der in Frage stehenden Maschine ist ungewöhnlich niedrig. Das DRP. Nr. 275 219 enthält ebenfalls eine Lösung, die Kopplung des Zwischentransformators für den Selbsterregungsstrom zu unterbinden. Hierzu ist jedoch eine anormale Ausführung des Transformators erforderlich.

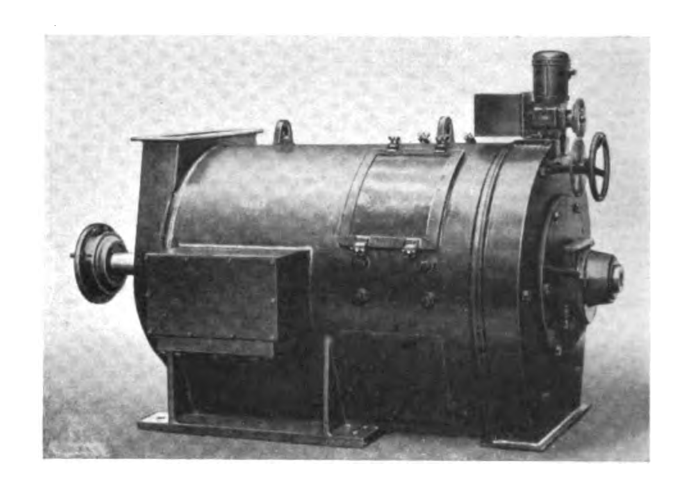


Abb. 4. Geschlossener Drehstrom-Reihenschlußmotor mit Rohranschluß, 170 kW, 220 V, 50 Hz, 950 U/min, Regelbereich: 950 bis 575 U/min.

Aus dem Vorhergesagten folgt, daß die Selbsterregung der zweiten Art der Vergangenheit angehört. Der Berechner hat mehrere Mittel, um sie restlos zu beseitigen. Irgendeine praktische Anwendung der Selbsterregung der zweiten Art ist nicht bekannt. Man könnte daran denken, diese Selbsterregung zum raschen Stillsetzen von Drehstrom-Reihenschlußmotoren anzuwenden. Doch dürfte die Sache daran scheitern, daß einerseits die Selbsterregung doch etwas zu unsicher ist, anderseits bereits bei etwa halber synchroner Drehzahl fast vollständig verschwunden ist.

Zum Schluß richte ich nochmals einen Appell an alle Fachgenossen, sich mit der Selbsterregung der ersten Art noch weiter zu befassen, um auch hier eine Lösung zu finden, die den Dämpfungswiderstand entbehrlich macht. Es wäre dies eine sehr wichtige Verbesserung des Drehstrom-Reihenschlußmotors, die das Anwendungsgebiet dieser sehr brauchbaren und einfachen Maschinenart sicherlich noch wesentlich erweitern würde.

Zusammenfassung.

Die Selbsterregung der Drehstrom-Reihenschlußmaschine beim Generatorbetrieb kann nach dem heutigen Stande der Technik lediglich durch erhöhte Sättigung oder noch zweckmäßiger durch einen Dämpfungswiderstand unterdrückt werden. Die Selbsterregung beim Motorbetrieb kann hingegen durch besondere Schaltungen beseitigt werden. Eine einfache diesbezügliche Schaltung besteht darin, mittels einer besonderen Kurzschlußwicklung die Kopplung für den Selbsterregungsstrom aufzuheben und damit die Selbsterregung in jedem Betriebszustand der Maschine völlig unmöglich zu machen. Die genannte Kurzschlußwicklung hat nebenbei noch den Vorteil, daß die Kommutierung der Reihenschlußmaschine verbessert wird.

[8]) DRP 290 011.
[9]) Vergleiche z. B. Elektrotechn. u. Maschinenb. 41 (1923) S. 333.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 3. 015 : 621. 316. 064. 1 **Anstiegsgeschwindigkeit der wiederkehrenden Spannung bei der Unterbrechung von Wechselstromkreisen.** — Durch die in den letzten Jahren im In- und Ausland bekanntgewordenen Untersuchungen[1]) über die Anstiegsgeschwindigkeit der wiederkehrenden Spannung ist deren Einfluß auf die Lichtbogenlänge und -dauer, den Druck im Ölschalter und das Schaltvermögen einigermaßen klargestellt. Danach hängt die Wirkung des steilen Anstiegs in erster Linie von der Schalterart ab. Ölschalter zeigen bei wachsenden Einschwingfrequenzen bis zu etwa 2000 Hz hinauf zunehmende Lichtbogendauer und abnehmendes Schaltvermögen; darüber hinaus sind sie frequenzunempfindlich. Öllose Schalter können bei an sich erheblich kleinerer Lichtbogendauer bis zu den höchsten Frequenzen empfindlich sein. An zwei 140 kV-Schaltern verschiedener Bauart ist bei konstantem Anstieg von 2400 V/µs und von 2000 auf 5000 A zunehmendem Strom abnehmende Lichtbogendauer festgestellt. Ein 15 kV-, 5000 A-Ölschalter beherrschte Anstiege bis zu 5000 V/µs zufriedenstellend (Frequenz ≈ 100 000 Hz!). Ein geeignet geführter Ölstrahl besitzt gute Löschwirkung. Die vom Schalter beherrschten Anstiegsgeschwindigkeiten wachsen ungefähr linear mit der Ölgeschwindigkeit. Bei gleicher Ölgeschwindigkeit läßt ein senkrecht zur Schaltstrecke gerichteter Ölstrom rund doppelt so hohe Anstiegsgeschwindigkeit wie ein in Richtung der Schaltstrecke geführter Ölstrom zu.

Zwischen Schaltereinbauort und Frequenz besteht übereinstimmend mit den deutschen Erfahrungen ein Zusammenhang derart, daß Schalter, die nahe vor oder hinter Generatoren, Umspannern oder Drosselspulen eingebaut sind, hohen Anstiegsgeschwindigkeiten ausgesetzt sein können. Dabei ist der frequenzerniedrigende Einfluß zusätzlicher Kapazitäten zwischen den Schaltern und jenen Betriebsmitteln in Gestalt von Sammelschienen, Durchführungen, abgehenden Leitungen und besonders Kabeln stets zu beachten. Extreme, selten auftretende Anstiegsgeschwindigkeiten sind in englischen 11 kV-Netzen Werte bis zu 4000 V/µs, in den größeren, amerikanischen 15 kV-Netzen etwa das Doppelte, im englischen 132 kV-Netz etwa 3000 V/µs. Die Eigenfrequenz von Umspannern kann, sofern genauere Angaben fehlen, mit 30 000 Hz angesetzt werden.

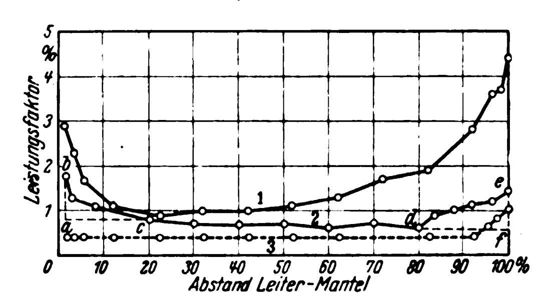
Als physikalisch berechtigte Definition der Anstiegsgeschwindigkeit der zwischen den Schalterklemmen wiederkehrenden Spannung kann die Tangente gelten, welche von der Abszissenachse im Zeitpunkt der Löschung an die Einschwingwelle der Spannung gelegt wird. (Die Auswertung nach dieser Definition dürfte allerdings in der Praxis auf Schwierigkeiten stoßen, da der Strom auf einem Kathodenstrahl-Oszillogramm in der Regel nicht aufgezeichnet ist). Die Anstiegsgeschwindigkeit hängt im wesentlichen von der Einschwingfrequenz und dem Augenblickswert der zwischen den Schalterklemmen freiwerdenden Spannung ab. Sie wird beeinflußt durch das Auftreten eines Gleichstromgliedes, die Dämpfung des Vorgangs, die Lichtbogenspannung, die vorzeitige Unterbrechung des Stromes und die Leitfähigkeit der Schaltstrecke. Die Lichtbogenspannung und die vorzeitige Löschung können den Anstieg in geringem Umfange beschleunigen oder verzögern. Die Leitfähigkeit der Schaltstrecke vermag alle Einschwingwellen auf einen gleich langsamen Anstieg herabzusetzen, ohne daß damit eine Erleichterung des Abschaltens verbunden sein muß. Vielmehr ist die Vermeidung der Leitfähigkeit als eine Notwendigkeit im Schalterbau anzusehen. Die Dämpfung, Lichtbogenspannung, vorzeitige Stromlöschung und Leitfähigkeit rühren mehr oder weniger vom Schalter her. Als vernünftiges Kriterium der Anstiegsgeschwindigkeit ist deren theoretischer Wert anzusehen, der durch die vom Schalter unabhängige Eigenfrequenz und den zugehörigen Augenblickswert der freiwerdenden Spannung gegeben ist. Die Eigenfrequenz läßt sich allerdings oft nur dem Kathodenstrahl-Oszillogramm entnehmen, wobei der Fehler durch die Leitfähigkeit der Schaltstrecke klein sein muß. Im übrigen soll und kann der Kathodenstrahl-Oszillograph das Verhalten der Schaltertypen bei dem ersten Anstieg klären.

Es ist von Wert, wenn man die Anstiegsgeschwindigkeit aus den Netzdaten berechnen kann. Die Rechenbeziehungen sind für eine Anzahl von Fällen aufgestellt. Die Endformeln können Fehler von ± 25 % aufweisen; sie dürften praktisch ausreichen. Sie gelten in erster Linie für Netze mit geerdetem Sternpunkt. Der Wert der mitgeteilten Endformeln ist leider dadurch etwas eingeschränkt, daß die Herkunft der teilweise ziemlich verwickelten Endformeln manchmal nicht ohne weiteres ersichtlich ist und daher gewisse Unsicherheiten in der Anwendung birgt. [C. H. Flurscheim, J. Instn. electr. Engr. 76 (1935) S. 323.] *Hsr.*

[1]) Vgl. VDE-Fachberichte 1935, S. 39 u. 42.

Leitungen.

621. 315. 211. 2. 08. 004. 12 **Ein Kriterium für die Güte der Kabelisolation.** — Trägt man die schichtweise, nämlich an den einzelnen getränkten Papierlagen gemessenen Werte des Leistungsfaktors (Verlustwinkels) in Abhängigkeit vom Abstand zwischen der Leiteroberfläche und der Bleimantelinnenfläche auf, so zeigt sich nach dem Leiter hin wie auch in der Nähe des Mantels ein mehr oder minder starkes Ansteigen der Werte. Die in der Abb. 1 mit *abc* und *def* bezeichneten dreieckförmigen



1 in Betrieb gewesen, 1930 *2* neu, 1930 *3* neu, 1933

Abb. 1. Kennlinien des radial gemessenen Leistungsfaktors von Kabeln.

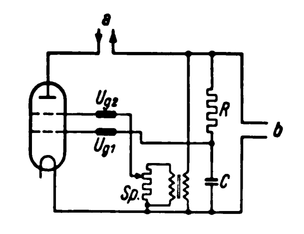
Gebiete an den beiden Kurvenenden zeigen eine gewisse Zerstörung der Isolation an, die Tiefe, bis zu der sich diese Dreiecke erstrecken, bietet ein Maß für den Grad des bisherigen Verfalls der Isolation. An neuen 24 kV-Kabeln von 6 verschiedenen Herstellern wurden unter Wahrung aller Vorsichtsmaßnahmen derartige Kurven aufgenommen. Sie zeigen starke Unterschiede, selbst wenn man die Unterschiede im Öl- bzw. Harzgehalt der von den verschiedenen Kabelwerken verwendeten Tränkmassen außer acht läßt. Aus dem gleichartigen Verlauf von Verlustwinkel- und Oxydationskurven kann man schließen, daß der Anstieg der ersteren an den Enden auf Oxydation des Öls zurückzuführen ist; wahrscheinlich spielt dabei die Oxydation des Öls während des Mantelpressens eine Rolle. Auch Feuchtigkeitsaufnahme der Isolationsaußenschicht vor Aufpressen des Mantels dürfte mitsprechen. Für Abweichungen der Kurven von dem angestrebten zur Abszissenachse parallelen Verlauf in dem mittleren Isolationsbereich sind Eigentümlichkeiten der Herstellungsverfahren hinsichtlich Papiersortenwahl, Evakuierungs- und Tränkungsart verantwortlich zu machen. Hier zeigt sich klar der Wert eines solchen Überwachungsverfahrens, das auf ungeeignete Baustoffe, mangelhafte Arbeitsverfahren usw. aufmerksam machen kann. Die wahrscheinliche Lebensdauer eines Kabels mit konstanter Verlustwinkelkurve (hier stets in radialer Richtung betrachtet) ist größer als diejenige eines Kabels mit stärkeren Abweichungen. In einem bestimmten Fall konnte an Hand solcher Kurven die Herstellung wesentlich verbessert werden. Es ist insbesondere gelungen, die dreieckförmigen Abweichungen im Bereich des Leiters und des Mantels erheblich zu verringern, und zwar auch bei an sich schon recht guten Kabeln. [K. S. Wyatt u. E. W. Spring, Electr. Engng. 54 (1935) S. 417.] *Eg.*

Elektromaschinenbau.

621. 313. 333. 07-592 **Stromvektordiagramm der Bremsschaltung von Siemens.** — An Hand eines neuen Ersatzdiagrammes der Bremsschaltung wird der innere Zusammenhang gezeigt, welcher zwischen einer symmetrischen Zweiphasenmaschine und der aus ihr durch Kurzschließen einer Phase entstandenen Bremsschaltung besteht. Namentlich ist der Primärstrom der mit Schlupf s in Bremsschaltung arbeitenden Maschine der halben Summe der zu den Schlüpfen s und 2-s gehörenden primären Ströme des Zweiphasenmotors gleich. Auf Grund dieses Zusammenhanges ergibt sich folgendes allgemeines Verfahren der Konstruktion des Stromvektordiagrammes der Bremsschaltung. Das Kreisdiagramm der Zweiphasenmaschine wird gezeichnet, in diesem die bei dem entsprechenden Läuferwiderstand zu den Schlüpfen s und 2-s gehörenden Punkte konstruiert, dann ergeben die Halbierungspunkte der durch diese Punkte bestimmten Sehnen die Endpunkte der primären Stromvektoren bei Bremsschaltung. Der geometrische Ort dieser Endpunkte ist das gesuchte Stromvektordiagramm. Das Stromvektordiagramm ist für konstanten Läuferwiderstand und wechselnde Umlaufzahl ein Kreis mit quadratischer Punktverteilung, welcher durch den Kurzschlußpunkt ($s = 1$), Unendlichkeitspunkt ($s = \infty$) und Kreismittelpunkt des Zweiphasenmotors hindurchgeht. Das Stromvektordiagramm ist für stete Umlaufzahl und bei wechselndem sekundären Widerstand mit Ausnahme von $s = 0$ und $s = 1$ eine bizirkulare Quartik. Im Falle der in der Praxis gebräuchlichen Dreiphasenmotoren und der bekannten Schaltung von Siemens ist die Konstruktion genau wie bei Zweiphasenmaschinen durchzuführen, nur ist am Ende dieser der Strommaßstab im Verhältnis $\sqrt{3}/1{,}5$ zu vergrößern. Schließlich wird eine einfache Konstruktion der Bremsmomente gezeigt. [K. P. Kovács, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 7, S. 508.]

Apparate und Stromrichter.

621. 314. 13—523 **Die Zündkennliniensteuerung, eine neuartige Steuerung für Stromrichter.** — In Stromkreisen mit Stromrichtern beeinflußt man Strom und Spannungsgrößen bekanntlich dadurch, daß man einem der Anode des Gefäßes vorgelagerten Gitter Steuerimpulse zuführt, die das Stromrichtergefäß zu verschiedenen Zeitpunkten innerhalb einer Halbperiode der Anodenwechselspannung zünden. Die Veränderung des Zündwinkels geschieht im allgemeinen durch Veränderung der Phasenlage einer sinusförmigen, rechteckigen oder spitzen Gitterwechselspannung gegenüber der Anodenspannung. In dem Augenblick, in dem die Gitterspannung, aus dem negativen Sperrbereich kommend, die „Zündkennlinie" des Stromrichters durchstößt, zündet das Gefäß. Bei dem von den Verfassern beschriebenen Steuerverfahren werden im Gegensatz zu den bisherigen Verfahren jeder Anode zwei Gitter zugeordnet. Das eine der Gitter entspricht dem bisherigen, wird jedoch an eine Wechselspannung fester Amplitude und fester Phasenlage angeschlossen, während das zweite Gitter, das „Verlagerungsgitter", an eine Wechselspannung fester Phase, aber veränderlicher Amplitude angeschlossen wird. Das Verlagerungsgitter hat die Aufgabe, die Zündkennlinie, die bei dem bisherigen Steuerverfahren fest vorgegebene Lage und vorgegebenen Verlauf hatte, in ihrer Lage zu verschieben und damit den Zündwinkel willkürlich zu beeinflussen. Bei dem neuen Verfahren ergeben sich stets steile Schnitte zwischen Steuergitterspannung und Zündkennlinie, so daß sich eine große Regelgenauigkeit und gute Betriebskonstanz ergeben. Da es sich um eine reine Amplitudensteuerung ohne veränderliche Phasenverschiebung handelt, sind die Schaltelemente im Gitterkreis, die zur Regelung erforderlich sind, denkbar einfach. In Abb. 2 ist das Schaltbild einer einfachen Regelanordnung mit Zündkennliniensteuerung dargestellt. [W. Jacobi u. H. Kniepkamp, Siemens-Z. 15 (1935) S. 197.] *Sb.*



a zum Verbraucher
b vom Netz

Abb. 2. Schaltbild einer Regelanordnung mit Zündkennliniensteuerung.

621. 313. 2. 07 : 621. 314. 652. **Zur Regelung von Gleichstrommotoren über gittergesteuerte Gleichrichter.** — Zur Regelung von Gleichstrommotoren wird der Stromrichter in steigendem Maße verwendet, und zwar insbesondere da, wo die Ankerspannung geregelt werden muß. Die Verwendung des Stromrichters ermöglicht da ein verlustloses stufenloses Regeln der Ankerspannung, wobei der Gleichstrommotor über Stromrichter ans Drehstromnetz angeschlossen ist. W. Schilling beschäftigt sich mit der Bemessung der Kathodendrosselspule des Stromrichters im Hinblick auf einen einwandfreien Drehzahlverlauf. Eine zu kleine Kathodendrosselspule bewirkt einen unzulässigen Drehzahlanstieg bei Entlastung, insbesondere an der unteren Grenze des Regelbereichs. Die Arbeit enthält für dreiphasige und sechsphasige Stromrichter Kurvenblätter, die die Bemessung der Kathodendrosselspule in Abhängigkeit vom Regelbereich gestatten. Es wird ferner gezeigt, wie die Drossel in bezug auf die zusätzliche Erwärmung des Motors zu bemessen ist. In einem zweiten Teil der Arbeit wird die Steuerung des Stromrichters behandelt beim Übergang auf Nutzbremsung bzw. Rückarbeiten des Motors. Der Stromrichter arbeitet dabei im Wechselrichterbetrieb. Es wird gezeigt, daß sich im Wechselrichterbetrieb Spannungs- und Stromverhältnisse ergeben, die den im ersten Teil betrachteten des Gleichrichters schematisch zugeordnet werden können, wenn die Steuerungen in beiden Fällen in einer bestimmten Beziehung stehen. Für die Beziehung der die Steuerung bestimmenden Zündwinkel wird ein Diagramm angegeben und an einem Beispiel die beiden möglichen Fälle des Rückarbeitens betrachtet. [W. Schilling, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 9, S. 622.]

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 755. **Über Empfindlichkeit und Grenzfrequenz des empfindlichen Hochvakuum-Glühkathodenoszillographen.** — An einem Beispiel zeigt H. Graupner, daß bei Kathodenoszillographen mit einfacher Konzentrierung das Produkt aus relativer Empfindlichkeit und Grenzfrequenz im wesentlichen nur von den Eigenschaften der benutzten Elektronenstrahlquelle abhängt. Dieses für die Leistungsfähigkeit eines empfindlichen K.-O. bezeichnende Produkt ist im wesentlichen umgekehrt proportional der Elektronenstrahlgeschwindigkeit, dem Durchmesser der Strahlquelle und deren ausgenutztem Öffnungswinkel. Daraus folgt aber u. a., daß von mehreren möglichen Anordnungen als Strahlquelle für den empfindlichen Hochvakuum-K.-O. mit einfacher Konzentrierung diejenige am brauchbarsten ist, bei der für eine vorgeschriebene Intensität das Produkt aus Strahlgeschwindigkeit, Durchmesser der emittierenden Fläche und dem zur Erzeugung der verlangten Intensität nötigen Öffnungswinkel am kleinsten gehalten werden kann. [H. Graupner, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 8, S. 529.]

621. 317. 39 **Durchschnitts-Geschwindigkeitsmesser für Kraftwagen.** — Zu den gelegentlich der letzten Automobilausstellung herausgekommenen auch für den Elektrotechniker interessanten Neuheiten gehört das „Tempometer", das im Gegensatz zu dem die jeweilige Augenblicksgeschwindigkeit anzeigenden „Tachometer" die auf einer bestimmten Strecke innerhalb einer bestimmten Zeit erreichte Durchschnittsgeschwindigkeit mißt. Das Meßverfahren ist ein rein elektrisches, indem mittels eines Quotientenmessers die beiden die Durchschnittsgeschwindigkeit bestimmenden Faktoren Weg und Zeit zueinander ins Verhältnis gesetzt werden. Weg s und Zeit t werden dabei als Teilspannungen von zwei durch die Fahrzeugbatterie gespeisten Potentiometern (Abb. 3) abgenommen, wobei der Abgriff an dem einen Potentiometer proportional dem Weg durch Kupplung mit dem Tachometer, an dem anderen Potentiometer proportional der Zeit durch ein besonderes Uhrwerk verstellt wird. Das Gerät ist entsprechend seiner Wirkungsweise bei Handbetätigung auch als elektrische Rechenmaschine für Division bzw. Multiplikation verwendbar und gestattet beispielsweise vor

Antritt einer Fahrt aus Weg und Zeit die notwendige Durchschnittsgeschwindigkeit oder umgekehrt aus Weg und Durchschnittsgeschwindigkeit die reine Fahrzeit zu ermitteln. Das Gerät besteht im wesentlichen aus zwei Teilen: einem Registrierwerk mit einer Wegskala und einer dazu konzentrischen innen liegenden Zeitskala, über denen sich je ein mit dem zugehörenden Potentiometerabgriff gekuppelter Zeiger für den zurückgelegten Weg und die verbrauchte Zeit bewegt, und dem eigentlichen Meßinstrument, einem Quotientenmesser zur Anzeige der Durchschnittsgeschwindigkeit. Die Genauigkeit des Instrumentes wird mit ± 2 %, der Verbrauch mit etwa 4 W angegeben. *Hmr.*

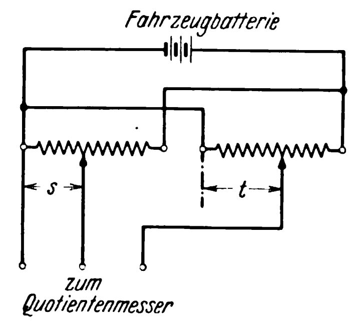


Abb. 3. Vereinfachte Schaltung für das Tempometer.

Elektrowärme.

621. 364. 6 : 621. 78 **Elektrische Öfen mit Wärmespeicher zum Glühen von Messingdraht.** — Zum Glühen von Messingdrahtbunden im Durchlaufbetrieb sind in Cleveland elektrische Doppelöfen aufgestellt worden, bei denen jeder Ofen aus zwei aneinander gebauten, einzeln für sich betriebenen Einheiten besteht. Die Länge einer solchen Ofenanlage ist 12 m, ihre Breite 5,7 m, die Anschlußleistung 120 kW je Ofeneinheit. Jeder Ofen besitzt eine Wärmekammer von 3,15 m Länge und einen Wärmespeicher von 6,15 m bei einer Breite von 2,1 m. Die zu glühenden Messingdrahtbunde werden von elektrisch betriebenen Greifern durch den Ofen bewegt. Zuerst gelangt das Glühgut in den Wärmespeicher, wo es vorgewärmt wird, von da aus zur eigentlichen Wärmezone bis zum Ende dieser Kammer; hier wird es um- und zurückgeleitet, tritt erst durch eine Erweichungszone und schließlich wiederum durch den Wärmespeicher, wo es am Beschickungsende wieder aus dem Ofen herausgenommen wird. Im Wärmespeicher geben die Drahtbunde den größten Teil ihrer Wärme an die neueingeführten, kalten Drahtbunde ab, die auf diese Weise vorgewärmt werden. Als Heizkörper sind schwere Roste aus wärmebeständigen Gußlegierungen in das Gewölbe und in den Boden der Wärmekammern eingebaut. Ein Doppelofen leistet 2700 kg/h bei Arbeitstemperaturen von 413 bis 648 ° C. Die Durchschnittsdauer für einen Glühvorgang beträgt 4¼ h, wobei ein großer Teil dieser Zeit auf das Verweilen im Wärmespeicher entfällt. Der Ofenmantel ist gasdicht, so daß man auch das Blankglühen mit einer Schutzatmosphäre im Ofen vornehmen kann. [Iron Age 135 (1935) H. 12, S. 34.] *Kp.*

Beleuchtung.

621. 32 : 625. 23 (436) **Die elektrische Beleuchtung der Eisenbahnwagen in Österreich.** — In dem Aufsatz wird ein Überblick über die Entwicklung der elektrischen Zugbeleuchtung in Österreich gegeben. E. Dick hatte festgestellt, daß bei Verwendung von Bleibatterien erfahrungsgemäß eine Ladespannung von 2,25 V je Zelle für die Aufladung genügt. Bei Verwendung einer 12zelligen Batterie wurde unabhängig von der Drehzahl des Generators mit Hilfe des Dick-Reglers eine Grenzspannung von 29 V, das sind ungefähr 2,4 V je Zelle, eingehalten, und zwar gilt dies bei Tagfahrten, bei denen die Beleuchtung nicht eingeschaltet ist. Bei Fahrten mit eingeschalteter Beleuchtung wird ein Spannungswert von 27 V eingehalten, so daß also auf jede Zelle eine Ladespannung von 2,25 V entfällt. Seit einigen Jahren hat man an Stelle des Dick-Reglers einen Schnellregler verwandt, der ähnlich wie der bekannte Tirrillregler arbeitet. Wie aus Abb. 4 hervorgeht, liegen die Lampen L bei Stillstand des Zuges an der Bleibatterie B. Die Kontakte k_1 bis k_4 werden durch die Federn f_1 bis f_4 geschlossen halten. Fährt der Zug an, so liegt das Feld des Generators A über Kontakt k_1 direkt am Anker. Übersteigt die Generatorspannung die Batteriespannung, so schaltet das Relais S ein, so daß also der Generator die Speisung der Lampen übernimmt. Der Nebenschlußregler hat nun die Aufgabe, die obenerwähnten Spannungswerte (27, 29 V) unabhängig von der Drehzahl konstant zu halten. Die Wicklungen a_1 bis a_4 und b_1 bis b_4 wirken im gleichen Sinne entgegen der Federkraft f_1 bis f_4. Erhöht sich die Drehzahl und damit die Generatorspannung über den eingestellten Wert hinaus, so steigt auch die Stromstärke in den Wicklungen a und b; der Kontakt k_1 wird gelöst. Hierdurch werden die parallelgeschalteten Widerstände w_1 bis w_4 in den Erregerstromkreis der Lichtmaschine gelegt; die Ankerspannung fällt somit wieder, der Kontakt k_1 wird durch die Zugfeder f_1 wieder geschlossen usf. Reicht der Reglerbereich der ersten Stufe nicht mehr aus, so spricht die Reglerdose *2* an und regelt dementsprechend weiter. Die Hauptstromwicklung a_1 bis a_4 bewirkt, daß eine Überlastung der Maschine nicht vorkommen kann. Die Spannungshöhe (27 bzw. 29 V) wird mit dem Widerstand c eingestellt.

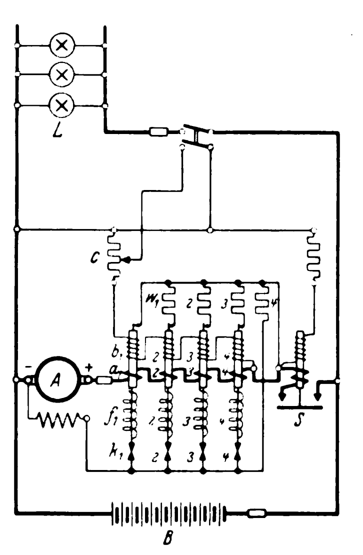


Abb. 4. Schaltbild der elektrischen Zugbeleuchtung mit Schnellregler.

Drei verschieden schwere Ausführungen der Lichtmaschine sind vorgesehen. Für D-Zug-Wagen werden die Lichtmaschinen für eine Leistung von 1200 W ausgelegt, die bei einer Spannung von 24/30 V eine Leistung von 600 bis 700 W abgeben. [H. Löwl, Elektrotechn. u. Maschinenb. 53 (1935) S. 325.] *Hs.*

Fernmeldetechnik.

621. 315. 054. 3 **Vorausbestimmung der wahrscheinlichsten Pfeifpunkte in Pupinleitungen.** — Die mit Zweidrahtverstärkern erzielbare Verstärkung hängt von der Genauigkeit ab, mit der die Scheinwiderstands-Frequenz-Kennlinie der Leitung auf jeder Seite durch eine Leitungsnachbildung dargestellt werden kann. Damit kein Pfeifen auftritt, muß die gesamte wirksame Verstärkung für die beiden Übertragungsrichtungen unterhalb der Summe aller Pfeifpunkte der Leitungen auf beiden Seiten liegen; in keiner Leitung darf ferner der Mindestpfeifpunkt niedriger liegen als der bei einer beliebigen Frequenz in dem Bereich vorgeschriebene Wert. Die im Betriebe eintretenden Mindest- und Durchschnittswerte des Mindestpfeifpunktes über einen angenommenen Frequenzbereich werden mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitslehre berechnet. Zweckmäßig nimmt man an, daß die Verteilung der Mindestpfeifpunkte für alle Leitungen einem gewöhnlichen Fehlergesetz folgt; zahlreiche Messungen von Mindestpfeifpunkten im Bereich von 300 bis 2200 Hz zeigten die Berechtigung dieser Annahme. Die Berechnungsweise, deren Gang hier nur angedeutet werden kann, geht aus von der Ermittlung der gesamten tatsächlichen Abweichung von den Sollwerten der Spuleninduktivitäten und Spulenfeldkapazitäten. Aus einer Reihe von Verteilungsfunktionen, für welche in der Urveröffentlichung Kurven dargestellt sind, ermittelt man die jeweiligen Einzelbeträge, ihre Summe stellt den wahrscheinlichsten Mindestpfeifpunkt für eine Gruppe normalpupinisierter Leitungen dar. Voraussetzung für die praktische Anwendbarkeit dieses Verfahrens ist stets, daß der quadratische Mittelwert der Abweichungen genügend genau geschätzt werden kann. Bezüglich der benötigten Einzelfunktionen muß auf die Urarbeit verwiesen werden. [E. L. E. Pawley, Elektr. Nachr.-Techn. 13 (1934) S. 61.] *Eg.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

621. 315. 5. 018. 44 **Hautwirkung in zylindrischen Leitern mit elliptischem Querschnitt.** — F. Lettowsky entwickelt eine vollständige Theorie der Hautwirkung in einem unendlich langen zylindrischen Draht von elliptischem Querschnitt, und zwar ohne Verwendung der Funktionen des elliptischen Zylinders (Mathieuschen Funktionen). Für den Fall niedriger Frequenzen werden ein-



fache Formeln für das Verhältnis des Wechselstromwiderstandes R_w sowie des induktiven Widerstandes der inneren Selbstinduktion (ωL) zum Gleichstromwiderstande R_g abgeleitet. Es ist für $\varkappa < 1$

$$\frac{R_w}{R_g} = 1 + \frac{\varkappa^4}{3}(1-\varepsilon^2)^2(1+2\varepsilon^2) - \frac{4\varkappa^8}{45}(1-\varepsilon^2)^4 \left(1 + 12\varepsilon^2 + \frac{25}{2}\varepsilon^4 + \frac{5}{2}\varepsilon^6 + \frac{\varepsilon^8}{8}\right) + \ldots$$

$$\frac{\omega L}{R_g} = \varkappa^2(1-\varepsilon^2)^2 - \frac{\varkappa^6}{6}(1-\varepsilon^2)^4\left(1-\frac{\varepsilon^2}{3}\right)(1+4\varepsilon^2+\varepsilon^4) + \ldots$$

$$\text{mit } \varkappa = \pi\frac{a+b}{2}\sqrt{\gamma f},\ \varepsilon = \frac{a-b}{a+b}$$

(γ Leitfähigkeit, f Frequenz, a, b Halbachsen der Ellipse). [F. Lettowsky, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 8, S. 556.]

534. 01 **Die rechnerische Ermittlung der Schwingungsvorgänge in einem Kreis mit periodisch schwankenden Parametern.** — Die mathematische Behandlung von Schwingungskreisen, deren Parameter (Selbstinduktivität, Widerstand, Kapazität) nicht konstant, sondern nach irgendeinem Gesetz periodischen zeitlichen Änderungen unterworfen sind, führt auf lineare Differentialgleichungen zweiter Ordnung mit periodischen Koeffizienten. Diese kann man auf die Normalform der Hillschen Differentialgleichung zurückführen. Die mathematische Analyse zeigt, daß in einem solchen Kreise je nach dem Wert der auftretenden Parameter zweierlei Schwingungszustände möglich sind. Im Stabilitätsbereich hat man fastperiodische Schwingungen mit jener Dämpfung, die dem zeitlichen Mittelwert von $R/2L$ entspricht („natürliche Dämpfung"). Im Entdämpfungsbereich lassen sich die freien Schwingungen aus zwei Bestandteilen zusammensetzen, von denen der eine größere, der andere eine geringere Dämpfung als die „natürliche" hat. Zugleich tritt ein Zieheffekt ein, der darin besteht, daß die Parameterpulsationen die Schwingungen mitnehmen, indem die mittlere Frequenz der entstehenden Schwingungen genau ein ganzzahliges Vielfaches der halben Frequenz der Parameterschwankungen ist. In einem Teilbereich des Entdämpfungsbereiches kann die Abnahme der Dämpfung so weit gehen, daß die resultierende Dämpfung Null bzw. negativ wird. In diesem Falle tritt Selbsterregung ein. Die erzwungenen Schwingungen in einem solchen Kreise besitzen (im Falle einer rein sinförmigen EMK) dieselbe Frequenz wie die äußere EMK, aber eine im Takt der Parameterschwankungen veränderliche Amplitude und Phase. [A. Erdélyi, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 7, S. 473.]

Bergbau und Hütte.

621. 364. 6 : 665. 7 **Elektrische Verkokungsverfahren.** — Einer der ersten Öfen für die Verkokung der Kohle auf elektrischem Wege war der Ofen von E. Stassano für die Vergasung fester Brennstoffe unter Verwendung von Wasserdampf und Luft oder deren Gemisch. Mit diesem Ofen von 400 kW wurden bereits gute Ergebnisse erzielt. Er bestand aus einem Stahlblechmantel mit feuerfestem Futter und unterer Wasserabdichtung, während sich oben der Gasaustritt und die Beschicköffnung mit doppeltem Verschluß befand. Der Strom wurde durch 3 Reihen von Graphitelektroden eingeführt, die auf 3 verschiedene Ebenen des Ofens verteilt waren. Die Elektroden waren isoliert, radial angeordnet und sprangen in das Ofeninnere vor. An den Ofenwänden befanden sich außerdem die Leitungen für den Wasserdampf und die Luft, ferner Schaulöcher für die Verfolgung der Ofenarbeit. Für die Erzeugung von 1 m³ Gas wurden 1,6 kW benötigt. Durch den frühzeitigen Tod Stassanos wurden die weiteren Verbesserungen an diesem Ofen aufgehalten. Eine amerikanische Firma errichtete nach dreijährigen Versuchen eine große senkrechte Retorte von 30 t Inhalt, einer Höhe von 12 m und einem Innendurchmesser von 1,810 m. Die Gasleitungen sind bei diesem elektrischen Verkokungsofen auf verschiedene Höhen verteilt. Der Strom wird in den oberen Ofenteil durch eine Graphitelektrode eingeführt, die sich in der Kohlenmasse befindet, fließt durch eine Koksschicht und dann zu der unteren Elektrode. Die Verkokung erfolgt in konzentrischen Schichten und dauert 40 h, davon entfallen 29 auf die Heizung. Leistungsfähigkeit und Ausbringen sind vergleichbar mit den sonstigen Koksöfen. Der Stromverbrauch ist in diesem Falle 1,25 kWh je m³ Gas. Bei den elektrischen Öfen anderer amerikanischer Bauart kam es darauf an, neben der Innenheizung der Öfen auch eine von außen wirkende Heizung zwecks Erhöhung der Wirtschaftlichkeit vorzusehen. Zunächst verläuft der elektrische Strom von oben durch die Mitte der Retorte und führt so die Innenerwärmung durch, während die Retorte auf ihrem Umfang mit Röhren ausgestattet ist, die von heißen Gasen durchzogen werden und so auch den äußeren Umkreis der Verkokungskammer erwärmen. Unter der ganzen Retorte ist ein Raum für das Ablassen des erzeugten Kokses vorgesehen, über den man Wasserdampf ziehen läßt. Dieser erwärmte Wasserdampf gelangt dann in die Retorte und gibt so einen großen Teil seiner Wärme an die frisch eingeführte neue Kohle ab. In Bologna hat man sich seit 1932 ebenfalls mit der Frage der elektrischen Verkokung befaßt, wobei verschiedene Versuchsöfen gebaut wurden. Man gelangte schließlich zu einer neuartigen Form. Der äußere Ofenmantel ist zwar ebenfalls zylinderförmig wie bei den meisten anderen Öfen, doch ist der innere Arbeitsraum kegelstumpfförmig mit in einer Neigung von 60° angebrachten Elektroden. Ebenso ist man hier der Ansicht, daß der in der Metalltechnik bewährte Hochfrequenz-Induktionsofen auch für den Zweck der Verkokung, allerdings unter Vornahme verschiedener Veränderungen, herangezogen werden kann. — Allgemein betrachtet ergeben sich für die elektrische Verkokung folgende Vorteile: verhältnismäßig einfache Anlagen von großer Leistungsfähigkeit, Möglichkeit eines mit Unterbrechung arbeitenden Betriebes, schnelle Inbetriebnahme des Ofens, große Leistungsfähigkeit, Verwertung von überschüssigem Strom von Wasserkraftwerken. Voraussetzung ist eine zweckmäßige Auswahl der Kohle und der Verkokungstemperatur, ein wirksamer Wärmeschutz und unter Umständen eine weitgehende Abwärmeverwertung. Die Verkokung auf elektrischem Wege ist nicht als Ersatz der üblichen Verkokungsverfahren aufzufassen, sondern als ihre Ergänzung in bestimmten Gegenden und unter bestimmten Voraussetzungen. [Chim. et Ind. 34 (1935) S. 22.] *Kp.*

Verschiedenes.

Das Programm des Hauses der Technik in Essen. — Folgende Vorträge aus dem am 17. 10. 1935 mit der I. Energietagung „Das Gas" beginnenden Wintersemester 1935/36 werden für den Elektrotechniker von Interesse sein:

Clouth, Technische Neuerungen auf dem Gebiet der Telegraphie, der Fernsprecherei und des Rundfunks (15. 11.);
R. W. Pohl, Photochemische Vorgänge in Kristallen und das latente photographische Bild (27. 11.);
II. Energietagung: „Der elektrische Strom" (16. und 17. 1.);
W. Koeniger, Die Klimaanlage, insbesondere in ihrer Verwendung in der Industrie (10. 2.);
A. Dresler, Neuzeitliche Lichtmeßtechnik (11. 2.);
J. Zenneck, Die Erforschung der höchsten Schichten der Atmosphäre mit Hilfe elektromagnetischer Wellen (10. 3.);
H. H. Franck, Die Anwendung der Röntgenspektroskopie auf chemisch-technische Probleme (13. 3.).

Mit der III. Energietagung „Die Kohle" am 26. und 27. 3. 1936 schließt das Semester ab. Die Gebühren für die drei Energietagungen betragen für die ersten Tage je 0,30 RM, für die zweiten Tage je 0,50 RM. Die Hörerkarte für einen technischen Vortrag kostet 1,50 RM, die Semesterkarte für sämtliche Vorträge einschließlich der drei Energietagungen 10 RM. Auskunft erteilt die Geschäftsstelle: Haus der Technik, Essen, Postfach 254.



WIRTSCHAFTSTEIL.

Saartagung der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung am 26. bis 28. September 1935 in Saarbrücken.

621. 311. 1 (063)

Die erste Tagung der im Rahmen der Neuordnung der deutschen gewerblichen Wirtschaft im vorigen Jahr geschaffenen Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung (WEV) führte mehrere hundert Elektrizitätswerksleiter des In- und Auslandes im befreiten Saarland zusammen. Gleichzeitig tagte mit der WEV der Reichsverband der Elektrizitäts-Versorgung (REV), der als Nachfolger der früheren Vereinigung der Elektrizitätswerke neben den deutschen Werken zahlreiche ausländische Elektrizitätsversorgungsunternehmen umfaßt. Die Jahresversammlung erhielt ihre besondere Note durch eine bedeutsame Rede des Reichswirtschaftsministers Dr. Schacht über den bevorstehenden Erläß eines Energiewirtschaftsgesetzes.

Einleitend begrüßte der Leiter der Wirtschaftsgruppe Eektrizitätsversorgung, Direktor Dipl.-Ing. Zschintzsch, die Teilnehmer, insbesondere den Reichswirtschaftsminister und die Vertreter der Regierung, Parteistellen und Behörden sowie die ausländischen Gäste. Er betonte, daß die Elektrizitätsversorgung als Teil der öffentlichen Wirtschaft in erster Linie der Allgemeinheit zu dienen verpflichtet sei. Unter diesem Gesichtspunkt müsse man an die Lösung der Aufgaben der Elektrizitätswirtschaft und an die Klärung der auch hier bestehenden Meinungsverschiedenheiten herangehen. An den Vorteilen einer geeigneten Verbundwirtschaft nehme auch jeder Kleinabnehmer teil, weil seine unmittelbare Versorgung durch die Stromlieferwerke eine stetige Strompreispolitik sicherstelle, die ihm weitestgehende Verwendung von Elektrizität ermögliche.

Von Beifall begrüßt nahm dann Reichsbankpräsident Dr. Schacht das Wort zu einer Reihe von aktuellen Problemen der Energieversorgung. Gewisse Gegensätze zwischen privatwirtschaftlicher und kommunaler Elektrizitätsbelieferung müssen im nationalsozialistischen Dritten Reich in gemeinsamer Arbeit überbrückt werden. Entscheidend sei nur die Frage, wie der größtmögliche Nutzen für die Gesamtheit des Volkes und Staates aus der Elektrizitätswirtschaft herausgeholt werden könne. In einer Zeit, in der wir uns Aufgaben gegenübersehen, wie sie vielleicht nie zuvor ein Volk zu lösen gehabt hat, können wir uns den Luxus von Eigenbrötelei und Unwirtschaftlichkeit nicht erlauben. Möglichste Sicherheit der Versorgung mit elektrischer Arbeit und möglichste Billigkeit seien die Grundforderungen, die man an die Energiewirtschaft stellen müsse. Von diesen beiden Grundgedanken sei auch das als Regelung auf lange Dauer gedachte Energiewirtschaftsgesetz beherrscht, dessen Erlaß durch die Reichsregierung bevorstehe, nachdem sich das Wirtschaftsministerium inzwischen in enger Verbindung und regem Gedankenaustausch mit allen einschlägigen Stellen eine klare Übersicht über die Verhältnisse in der Energieversorgung verschafft hat. Was die Sicherheit der Stromlieferung anlangt, so müsse bei der Kompliziertheit unserer wirtschaftlichen Produktionsverhältnisse das Versorgungsnetz Deutschlands so ausgebaut sein, daß auch bei größeren Ausfällen einzelner Energiequellen die wirtschaftliche Produktion möglichst störungslos durchgeführt werden könne. Ein Mittel hierzu sei das Vorwärtsschreiten der Verbundwirtschaft. Ein Zusammenarbeiten der verschiedenen Kraftquellen sei für diesen Zweck unerläßlich. Darum könne die Aufsicht über die Energiewirtschaft letzten Endes nur in einer zentralen Hand liegen, die diesen allgemeinen Gesichtspunkt zuverlässiger und ungestörter Versorgung der deutschen Produktion im Auge behält. Diese Aufgabe dürfe keineswegs durch das Hervordrängen lokaler Interessen gefährdet werden. Was die Billigkeit der Energieversorgung anlangt, so erklärte der Reichswirtschaftsminister, daß ein gewisser Ausgleich der Preisunterschiede, die oft auch in nahe beieinander liegenden Gebieten noch ziemlich erheblich sind, anzustreben sei. Dabei dürfen die Versorgungsunternehmen ebenso wenig Zuschußbetriebe einerseits wie willkommene Einnahmequellen andererseits sein. Unstetigkeit in der Tarifpolitik je nach dem Stand der Kasse habe in der Vergangenheit in manchen Gemeinden nicht selten eine Rolle gespielt, aber auch privatwirtschaftliche Werke seien von solchen und ähnlichen Fällen keineswegs freigeblieben. Deshalb müssen wir uns jetzt von dem früher oft betonten Gegensatz zwischen kommunalem oder staatlichem oder privatwirtschaftlichem Betrieb grundsätzlich freimachen. Das alte Problem, ob die Elektrizitäts- und Gasversorgung der Privatwirtschaft zu überlassen ist oder in die öffentliche Hand gehört, wird im Energiewirtschaftsgesetz unter dem Gesichtspunkt behandelt, daß der Staat lediglich die allgemeine Wirtschaftslenkung beanspruche, und es nur erwünscht sein könne, wenn der Leistungswille des einzelnen und seine Bereitschaft, das Risiko mit seinem Kapital zu tragen, die Gesamtaufgabe des Staates fördert (ohne daß damit eine Zurücksetzung kommunaler oder staatlicher Werke ausgesprochen werden dürfe). Der Staat übe die Kontrolle nicht nur über die private, sondern auch über die öffentliche Wirtschaft aus. Stadt-, Kreis- und Ländergrenzen dürfen für den Energieversorgungsgedanken keine hemmende Wirkung haben. Die Unterordnung der gesamten Energiewirtschaft unter die Reichsführung sei eine selbstverständliche Notwendigkeit. Auf der anderen Seite sei ein Reichsmonopol weder zweckmäßig noch notwendig und die Schaffung der Stelle eines Reichselektroinspektors daher abzulehnen. Eine Verwaltungs- oder Behördeninstanz könne und solle den Betriebsführern die Verantwortung für wirtschaftliches Handeln nicht abnehmen. Zum Schluß seiner Ausführungen erklärte Dr. Schacht, daß das Reichswirtschaftsministerium in enger Zusammenarbeit mit dem an den kommunalen Werken infolge der ihm zustehenden Kommunalaufsicht interessierten Reichsminister des Inneren die Leitung der energiewirtschaftlichen Fragen in die Hand nehmen werde. Die Reichsgruppe Energiewirtschaft, in der sowohl die öffentliche als auch die private Energiewirtschaft zusammengefaßt sei, solle als Selbstverwaltungsorganisation der deutschen Wirtschaft in engster Zusammenarbeit mit den Betriebsführern ihre eigene Verantwortung tragen und werde vom Reichswirtschaftsministerium zur ständigen Beratung herangezogen.

Als Leiter des Amtes für Technik bei der Reichsleitung der NSDAP beschäftigte sich Dipl.-Ing. Seebauer zunächst mit der von Dr. Schacht bereits erwähnten Schaffung der Stelle eines Generalinspektors für die Energiewirtschaft. In seiner temperamentvollen Art bekannte Seebauer, daß er, angeregt durch das Vorbild des Generalinspektors für das deutsche Straßenwesen, zunächst zu den Verfechtern des Gedankens gehörte, daß ein Generalinspektor für das Energiewesen die geeignete Instanz sei. Sie habe alle Fragen etwa der Verbundwirtschaft, der Gebietsabgrenzung, des Wegerechtes, der gemeindlichen Eigenversorgung oder Überlandversorgung, der Errichtung oder Stillegung von Elektrizitäts- oder Gaswerken, der einheitlichen Vertragsgestaltung zwischen Lieferer und Abnehmer und einer allgemeinen Tarifordnung sowohl bezüglich der Form als auch der Preise zu lösen. Er habe sich jedoch überzeugen müssen, daß eine Übertragung der Verhältnisse des Straßenwesens auf die Energiewirtschaft nicht möglich sei. Während die Straßen, ihre Unterhaltung und Erneuerung praktisch restlos in öffentlicher Hand liegen, sei dies bei den Wirtschaftsverflechtungen innerhalb der Energiewirtschaft keineswegs der Fall. Auch sei die Umschichtung von etwa 14 Mrd RM Anlagekapital eine Unmöglichkeit. Mit der Ernennung eines Generalinspektors würde außerdem der Staat sich nicht mit der Wirtschaftslenkung begnügen, sondern würde selbst Wirtschaft treiben. Was wir brauchen, sei



ein Energiegesetz, wobei die Überwachung — Wirtschaftslenkung — dem Reichswirtschaftsministerium und die Durchführung der Reichsgruppe Energiewirtschaft obliegen müsse. Damit finde ein Schwebezustand sein Ende, der erhebliche Gefahren in sich barg. Einerseits versuchte man durch langfristige Abmachungen dem Gesetz zuvorzukommen, andererseits bestand besonders bei den Gemeinden die unverkennbare Absicht, solche Abschlüsse hinauszuzögern. Diesem Gedankengang trüge auch der vom Deutschen Gemeindetag erwirkte Runderlaß des Innenministers Rechnung. Der Erlaß gehe über den Grundgedanken, daß nämlich die Gemeinden angehalten werden, bis zum Erlaß des Reichsenergiegesetzes ihre derzeitige Lage beim Abschluß neuer Verträge nicht zu verschlechtern, weit hinaus. Statt notwendige Abschlüsse zu erleichtern, erschwere er sie durch die Zusammenstellung aller vom gemeindlichen Standpunkt aus möglichen Vertragswünsche. Da es den Überlandwerken unmöglich sein wird, auf alle ihre Rechte zu verzichten, sei zu erwarten, daß so ziemlich alle Verträge, weil sie eine Abweichung von den Hinweisen enthalten werden, an den Minister gehen. Der dabei zwischengeschaltete Sachverständige werde daran gar nichts ändern. Die praktische Folge sei somit eine zeitliche Verschleppung des Abschlusses von Verträgen und eine Abschiebung der Verantwortlichkeit letzthin auf das Innenministerium. Damit aber seien dem Innenministerium Aufgaben zur Entscheidung zugewiesen, die einen wesentlichen Teil der gesamten Energiewirtschaftspolitik ausmachen. Damit werde schließlich der zuständige Referent des Reichsinnenministeriums zwangläufig, gewollt oder nicht gewollt, auf einem wesentlichen Teilgebiet der Energiewirtschaft das, was eingangs als Generalinspektor bezeichnet worden sei. Die Bedenken, die in diesem Punkt aber für die ganze Energiewirtschaft gelten, bestehen auch für eins ihrer Teilgebiete. — Der vom Gemeindetag erhobene Totalitätsanspruch auf die Energieverteilung sei ebensowenig berechtigt wie etwa der der Konzerne. Die Energiewirtschaft könne nicht nach Dogmen geleitet werden, sondern nur vom Gesichtspunkt des Gesamtnutzens. Die Vielgestaltigkeit der Aufgabe der Stromversorgung erfordere eine große Beweglichkeit auch für den Leiter eines Unternehmens. Er müsse daher von Hemmungen und Einengungen seiner Entschlußfähigkeit mehr denn je befreit werden; dies gelte namentlich auch für die gemeindlichen Betriebe. — Das Reichsenergiegesetz, so betonte Seebauer zum Schluß, sei die einzige Lösung, die auf die Dauer Gewähr biete, auch auf diesem bedeutenden Gebiet der deutschen Volkswirtschaft dem Grundsatz des Nationalsozialismus Rechnung zu tragen: Gemeinnutz geht vor Eigennutz!

Den Abschluß der programmatischen Reden über die z. Z. zu lösenden Probleme der Energiewirtschaft bildeten die Ausführungen von Direktor Krecke, Leiter der Reichsgruppe Energiewirtschaft. Das bei Gründung der Reichsgruppe am 5. 6. 1934 bereits aufgestellte Programm habe auch heute noch unverändert Geltung. Die zu lösenden Aufgaben seien die Schaffung günstigster Preise und Bedingungen der Energieversorgung sowie Erzielung höchster Sicherheit in der Belieferung von Stadt und Land im Ernstfall. Die Unternehmungsform sei heute für die Arbeit der Energiewirtschaft von untergeordneter Bedeutung. Initiative und Entscheidung müssen bei den verantwortlichen Betriebsführern liegen. Die Probleme der Energieversorgung liegen in Stadt und Land verschieden. Die Versorgung der Landbezirke zu erträglichen Preisen sei allerdings nur bei einheitlicher Versorgung von Stadt und Land möglich, wobei der notwendige wirtschaftliche Ausgleich geschaffen werde. Die Versorgung der Industrie wie auch die Berücksichtigung wehrtechnischer Gesichtspunkte sei dabei allein durch eine geeignete Verbundwirtschaft zu lösen. Dafür gäbe es allerdings kein Universalrezept. Vielmehr müssen die Lösungen den örtlichen Anforderungen angepaßt werden. Ein gesunder Wettbewerb zwischen Elektrizität und Gas kann nur den technischen Fortschritt fördern. Ein hemmungsloser Konkurrenzkampf sei dagegen abzulehnen. Um eine sachliche Führung dieses Wettbewerbs zu gewährleisten, wird demnächst eine Schlichtungsstelle bei der Reichsgruppe Energiewirtschaft gegründet werden, die Wettbewerbsstreitigkeiten erledigen soll. Schon das Vorhandensein dieser Stelle werde hoffentlich den Wettbewerb in gesunde Bahnen lenken. — Auf dem Tarifgebiet werde in Kürze eine Tarifordnung geschaffen, die zu einer Klärung und Vereinfachung der oft unübersichtlichen Tarifformen führen wird. Besonderen Wert lege die Reichsgruppe auf die Förderung des Verbrauchs einheimischer Treib- und Baustoffe. Dazu gehört, daß auch für die Industrie durch Schaffung geeigneter Lieferungsbedingungen kein Anreiz mehr zur Verwendung ausländischer Treibstoffe in Eigenanlagen besteht. — Zum Schluß wies Direktor Krecke darauf hin, daß der Reichswirtschaftsminister die Verkündung eines Energiewirtschaftsgesetzes in nahe Aussicht gestellt habe. Dadurch werde der Reichsgruppe Energiewirtschaft eine feste Grundlage für ihre künftige Arbeit gegeben. Voraussetzung für das Gelingen des Werkes sei die freudige Mitarbeit aller Beteiligten zum Wohle der Energiewirtschaft, der deutschen Wirtschaft und des deutschen Vaterlandes.

Über die im Anschluß an die programmatischen Reden erstatteten Fachvorträge wird in einem der nächsten Hefte der ETZ berichtet werden. *Kdm.*

---

10 Jahrbücher der Verkehrsdirektion der Berliner Kraft- und Licht (Bewag) -Aktiengesellschaft.

621. 311. 1 (085)

Seit 1925 sind die Jahresberichte der Verkehrsdirektion der BEWAG regelmäßig nach denselben Grundrissen aufgebaut erschienen. Aus ihrer Folge läßt sich daher ein klares Bild von der Entwicklung der Stromversorgung der Reichshauptstadt während dreier wichtiger Wirtschaftsabschnitte gewinnen: Die Jahre der Scheinblüte von 1925 bis 1929, die Jahre des Rückganges des Stromabsatzes 1930 bis 1932 und die des Wiederaufstieges nach der Machtübernahme durch den Nationalsozialismus 1933 und 1934.

Zunächst sei aus dem ersten Abschnitt der Jahrbücher „Das Betriebsjahr in Zahlen", eine kurze Übersicht über die wichtigsten Betriebsdaten während dieser drei Zeitabschnitte gegeben.

Zahlentafel 1.

Zeitabschnitte		Jährliche nutzbare Stromabgabe in Mill kWh		
I. 1925 ... 29	Scheinblüte nach der Inflation	1924 1929	462,5 1324,0	 Zunahme 1929 gegen 1924 + 861,5
II. 1929 ... 32	Wirtschaftskrise	1932	1068,0	Rückgang gegen 1929 — 256
III. 1933 ... 34	Wiederaufstieg nach der Machtübernahme durch den Nationalsozialismus	1934	1188,5	Zunahme gegenüber 1932 + 120,5

Zahlentafel 1 zeigt folgendes Bild:

Starkes Ansteigen des Stromabsatzes in jedem Jahre der Scheinblüte	von durchschn.	+ 172,3	Mill kWh
Rückgang des Stromabsatzes in jedem Jahre der Wirtschaftskrise	„ „	— 85,3	„
Beginn des Wiederaufstieges in jedem Jahre seit dem Umbruch	„ „	+ 60,3	„

Die Anzahl der Niederspannungs-(Klein-)Abnehmer ist in allen drei Abschnitten ständig gestiegen

in Abschnitt I um durchschn. rd 100 000 je Jahr
„ „ II „ „ „ 72 000 „ „
„ „ III „ „ „ 74 000 „ „

Die Anzahl der Hochspannungs-(Groß-)Abnehmer stieg

in Abschnitt I um + 189
sank „ „ II „ — 19
stieg „ „ III „ + 5

Aus dem Abschnitt II, „Verkehr mit dem Abnehmer", sei folgendes hervorgehoben: Neben der regelmäßigen Berichterstattung über die im Laufe eines jeden Jahres vorgenommenen „Prüfungen und Inbetriebsetzungen von Anlagen" und „Störungsbeseitigung" werden in dieser Abteilung interessante Angaben über die

Maßnahmen gemacht, die zu einer Hebung des Vertrauens zwischen Lieferer und Abnehmer dienen. So wird in den Jahrbüchern 1928 und 1929 über Vereinfachung in dem Anmeldewesen, bei den Abnahmeprüfungen, der Zählermontage und dem Zählerablesen berichtet, durch welche diese Arbeiten eine dem Abnehmer erwünschte Beschleunigung und reibungslosere Durchführung erfahren. Im Jahre 1933 wird zum ersten Male näher auf die Bemühungen eingegangen, die Abnehmerschaft planmäßig durch die Tagespresse darüber aufzuklären, daß die BEWAG — wie jedes sachgemäß geleitete Eltwerk — alle ihre Maßnahmen genau daraufhin prüft, ob sie sich auch für die Abnehmer günstig auswirken. Durch ein verständnisvolles Entgegenkommen der Presse ist es bereits gelungen, manches frühere Mißverständnis aufzuklären und Mißstimmungen der Abnehmerschaft zu beseitigen. Kennzeichnend z. B. ist es, daß die früher bei jedem Brande übliche Zeitungsnotiz „als Ursache vermutet man Kurzschluß" ganz verschwunden ist und Nachrichten hierüber erst nach genauer Untersuchung des jeweiligen Falles gebracht werden.

Seit 1933 wird in diesem Abschnitt auch über den Rundfunkstörungsdienst der BEWAG berichtet. Im Oktober 1932 gelang es, eine Arbeitsgemeinschaft zwischen Post und Eltwerk herbeizuführen, welche sich bis jetzt für beide Teile als sehr segensreich erwiesen hat. Die Zahl der Störungsmeldungen ist von 645 im Jahre 1933 auf 196 im Jahre 1934 zurückgegangen.

Auch die in den letzten Jahren überaus wichtig gewordene Arbeitsbeschaffung wird in diesen Abschnitten eingehend besprochen. Es galt in erster Linie dem schwer um seine Existenz ringenden Installateurgewerbe Arbeit zu verschaffen und zweitens möglichst vielen und vor allem bedürftigen Volksgenossen, die bisher nicht in der Lage waren, ihr Haus oder ihre Wohnung installieren zu lassen, die Vorteile und Annehmlichkeiten der Stromversorgung zu vermitteln. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden die Hausanschlüsse verbilligt, Zuschüsse für die Leitungen vor dem Zähler und Darlehen für Wohnungsinstallationen gewährt. An Darlehen und verlorenen Zuschüssen wurde von der BEWAG ein Betrag von 3,8 Mill RM bewilligt. Rechnet man hinzu, daß mindestens die gleiche Summe von den Hauswirten und Mietern für Installationen sowie für die Beschaffung von Beleuchtungskörpern, Lampen und stromverbrauchenden Geräten aufgewendet wurde, so ist durch das Arbeitsbeschaffungsprogramm der BEWAG eine Summe von 6 bis 7 Mill RM in Umlauf gesetzt worden. In der Zeit, in der sich das Programm besonders stark auswirkte, von September 1933 bis April 1934, ging die Zahl der arbeitslosen gelernten Monteure bei den Arbeitsämtern in Berlin von 6300 auf 2700 zurück.

Als weitere wichtige Maßnahme, das Vertrauen der Abnehmer zum Lieferwerk zu stärken, wurde eine planmäßige Schulung der Gelderheber begonnen. Da diese die einzigen regelmäßigen Verbindungsleute zwischen dem Werk und den Abnehmern sind, ist es dringend erforderlich, daß sie über das ganze BEWAG-Geschäft unterrichtet sind, um einen verständnisvollen Kontakt mit den Abnehmern zu finden und deren Fragen und Wünsche zum Teil selbst zu erledigen oder entgegenzunehmen und an die zuständige Dienststelle weiterzuleiten.

Großer Beliebtheit bei der Abnehmerschaft erfreut sich die „Kredithilfe" der BEWAG, das sogenannte Elektrissimageschäft, besonders nachdem dasselbe auch auf den Rundfunk ausgedehnt wurde.

Der Umfang der Elektrissima im Jahre 1934 ist aus folgender Zusammenstellung ersichtlich:

Anzahl	Art	Betrag	
18 049	Installationsanträge	1 440 453	RM
25 544	Beleuchtungskörperanträge	866 742	„
44 502	Geräteanträge	2 023 031	„
65 456	Volksempfängeranträge	5 134 109	„
469	Motorenanträge	46 339	„
153 020	Anträge	9 510 674	RM

Über die Zusammenarbeit des Werkes mit den Installateuren in den letzten 10 Jahren ist folgendes zu berichten (Abschnitt VIII der Jahrbücher):

Bis zum Jahre 1925 waren die Zulassungsbedingungen verhältnismäßig leichte; dies hatte zur Folge, daß während des Krieges und in der Nachkriegszeit die Zahl der zugelassenen Installateure stark anstieg und sich auch manche nicht ganz zuverlässige Firma unter ihnen befand. Es wurde daher zu einer Bereinigung dieser Zustände geschritten, neue schärfere Zulassungsbedingungen wurden entworfen, der schon bestehende Installateurausschuß wurde durch einen aus acht Herren bestehenden Unterausschuß ergänzt, welcher der BEWAG bei der Prüfung der Zulassungsanträge beratend zur Seite steht. Im Jahrbuch 1927 (Seite 97 bis 102) sind die „Garantieverpflichtungen der Installateure gegenüber den Abnehmern der BEWAG", die „neuen Bestimmungen für das Zeichnungswesen" und die „Vorschriften für die Herstellung elektrischer Hochspannungsanlagen" ausführlich erörtert. Im Jahrbuch 1931 (Seite 98) wird der Wortlaut der „Grundsätze für die Zulassung von Elektroinstallateuren zur Ausführung von Anschlußanlagen an Elektrizitätswerke" mitgeteilt, wie er auf Grund der Vereinbarungen, die am 1. 5. 1930 zwischen der Vereinigung der EW Berlin und dem Reichsverband des deutschen Elektro-Installationsgewerbes (VEI), Frankfurt, getroffen sind, für Berlin festgelegt wurde. Einen wichtigen Fortschritt für die Verbreiterung des Stromabsatzes bildet die 1928 planmäßig eingesetzte Marktüberwachung. Die Abnehmer werden sich zum Kauf elektrischer Geräte nur dann verstehen, wenn diese handlich in der Bedienung und störungsfrei im Gebrauch sind; die Werke müssen nach einer einwandfreien Beschaffenheit der Geräte trachten, um den guten Ruf des elektrischen Stromes nicht zu gefährden. Von diesem Gedankengang ausgehend, schlossen sich die interessierten Kreise: Fabrikanten, Großhändler, Einzelhändler, Installateure und die BEWAG zu einer Arbeitsgemeinschaft der Elektroverbände (AEV) zusammen, um dafür zu sorgen, daß in Berlin nur noch elektrotechnische Erzeugnisse in den Handel gebracht werden, die den VDE-Vorschriften entsprechen. Die Satzungen dieser AEV sind im Jahrbuch 1928 (Seite 100 u. 101) abgedruckt. Am 31. 12. 1934 waren bereits 683 Berliner Geschäfte berechtigt, das von der AEV gewährte „Zeichen" zu führen.

Von besonderem Wert, sowohl für andere EW als auch für zahlreiche Abnehmerkreise, sind die seit 1929 in den Jahrbüchern (Abschnitt IV) aufgenommenen Veröffentlichungen des 1928 neu geschaffenen „Büros für Sonderaufgaben (SA-Büro)" der BEWAG. Seine Aufgabe ist es, durch erfahrene Fachleute neue Anwendungsgebiete des Stromes zu erkunden, zu erproben und zur praktischen Verwendung zu bringen. Rückhaltlos, in voller Offenheit, auch wenn die Versuche nicht befriedigt haben, gibt die BEWAG ihre Erfahrungen bekannt. Berichtet wird z. B. über das Auftauen eingefrorener Wasserleitungen (1929, S. 49), über Formentrocknung (1930, S. 38); Versuche mit Frühbeetheizungen werden (1930, S. 44, 1931, S. 65, 1932, S. 70) eingehend geschildert. Ferner wird über Milchwärmeanlagen in Schulen (1933, S. 66), über Elektropasteure, Kaffeebrühanlagen und elektrische Raumheizungen (1932, S. 71 bis 76) berichtet. Den breitesten Raum aber nehmen die mit zahlreichen Bildern ausgestatteten Mitteilungen der Versuchsergebnisse mit elektrischen Haushalt-Kocheinrichtungen und Heißwasserbereitung ein, die seit 1930 planmäßig und umfassend angestellt werden und wertvolle Aufschlüsse gebracht haben. Im besonderen sei hier auf die Abhandlung des Jahrbuches 1934 (S. 95 bis 110) „Wirtschaftlichkeit der Lieferung von Elektrowärme" hingewiesen. In ihr wird überzeugend dargelegt, daß, auch wenn eine starke Vermehrung der Elektroherde neuen Kapitalaufwand für Kraftwerke und Netze notwendig machen wird, die erforderlichen zusätzlichen Kapitalkosten bei dem jetzigen 8 Pf-Kochtarif reichlich gedeckt werden können. Die häufige Behauptung, daß es sich bei dem 8 Pf-Tarif nur um einen Kampfpreis handelt, der später von der BEWAG erhöht werden würde, ist völlig abwegig. Näher auf diese interessante Abhandlung einzugehen, erübrigt sich an dieser Stelle, da ihr Hauptinhalt bereits in Heft 18, S. 441, der ETZ Jahrgang 1934 veröffentlicht worden ist und auch Sonderabdrücke vorliegen.

Ausführlich werden die mannigfaltigen, von der BEWAG in den einzelnen Jahren durchgeführten Werbemaßnahmen behandelt (Abschnitt III). Rd. 200 Seiten sind in den 10 Jahrbüchern den Werbefragen gewidmet und etwa 300, zum Teil farbige Bilder gewähren einen guten Einblick in die Entwicklung der Werbeplakate und sonstigen Werbemittel in den verflossenen 10 Jahren.

Des weiteren werden in den Jahrbüchern regelmäßig Wirtschaftsfragen und Tarifwesen, die Messung der elektrischen Arbeit und die Bearbeitung städtischer mit der

Stromversorgung in Beziehung stehender Angelegenheiten behandelt. Seit 1934 ist ein weiterer Abschnitt: Laboratoriums- und Forschungsarbeiten hinzugekommen. Auf ein näheres Eingehen an dieser Stelle muß leider verzichtet werden, obgleich sich interessante und wichtige Ergebnisse auch unter diesen Mitteilungen befinden.

Für Fachblätter und auch volkstümliche Zeitschriften ließe sich aus den 10 Jahrbüchern eine Anzahl aufklärender und den Stromabsatz fördernder Aufsätze herausarbeiten. Dankbar wäre es auch zu begrüßen, wenn die BEWAG sich entschließen könnte, eine kurze Zusammenfassung des Inhalts ihrer bisher erschienenen 10 Jahrbücher herauszugeben. *Dtb.*

Energiewirtschaft.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft.

621. 311. 003

Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitätswerke*).

(Die **fettgedruckten** Ziffern beziehen sich auf das letzte, die *schräg*gedruckten auf das vorletzte Geschäftsjahr.)

a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma	Einheitswert	Bayerische Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft AG.	Thüringer Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft AG.	Kommunales Elektrizitätswerk Mark AG.	Elektrizitätswerk Sachsen-Anhalt AG.	Elektrizitäts-Aktienges. Mitteldeutschland	Ostpreußenwerk AG.	Groß-Kraftwerk Franken AG.	Main-Kraftwerke AG.	Pfalzwerke AG.
Wohnort		Bayreuth	Gotha	Hagen	Halle a. S.	Kassel	Königsberg i. Pr.	Nürnberg	Frankfurt a. M.-Höchst	Ludwigshafen
Letztes Geschäftsjahr		1. 1. bis 31. 12. 34	1. 1. bis 31. 12. 34	1. 1. bis 31. 12. 34	1. 1. bis 31. 12. 34	1. 1. bis 31. 12. 34	1. 1. bis 31. 12. 34	1. 1. bis 31. 12. 34	1. 1. bis 31. 12. 34	1. 1. bis 31. 12. 34
Art des Versorgungsgebiets bzw. der Gesellschaft		Überlandversorgung	Überland- und Großabnehmer-Versorgung	Überland- und Großabnehmer-Versorgung	Landesversorgung d. Prov. Sachsen u. Freistaat Anhalt	Landesversorgung	Überlandversorgung, stark überwiegend Landwirtschaft	Überlandversorgung	Überlandversorgung	Landesversorgung
Letzte Veröffentlichung in der ETZ		1934, S. 1231 VII	1934, S. 1231 IV	1934, S. 868 I	1934, S. 704 IX	1934, S. 868 VII	1934, S. 868 III	1935, S. 443 IX	1934, S. 868 IV	1935, S. 443 IV

Zu I. Bayerische Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft AG., Bayreuth.

Der Stromabsatz ist im Berichtsjahr um 23,9 % von 56,651 Mill kWh auf 70,166 Mill kWh gestiegen, was auf stärkere Ausnutzung der bestehenden Anschlüsse und nur zum geringeren Teil auf neue Anschlüsse zurückzuführen ist. Ende 1934 wurden beliefert 348 (345) Städte und 980 (951) Ortschaften mit 190 845 (189 070) Einwohnern, sowie ferner 6 Überlandwerke und 8 kommunale und 2 Privat-Elektrizitätswerke.

Von der Anleihe 1907 wurden als Altbesitz 1 319 000 RM mit 10 % aufgewertet und hierfür 10 % Genußrechte ausgegeben. Hiervon sind im Berichtsjahre 45 100 RM freihändig zurückgekauft und der Rest von noch 86 800 RM zur Einlösung am 1. April 1935 aufgerufen worden.

Zu II. Thüringer Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft AG., Gotha.

Der Stromabsatz ist um 29,6 % von 57,721 Mill kWh auf 74,821 Mill kWh gestiegen und hat den bisher höchsten Absatz im Jahre 1929 um 9,7 % überschritten. Der Energieverbrauch im Haushalt wies ein Mehr von 12 % auf, und die Werbung für die elektrische Küche hat gute Erfolge gezeitigt. Z. Z. werden 1064 vollelektrische Küchen mit 4750 kW Anschlußwert versorgt. Die Gefolgschaft konnte um 30 % von 531 auf 690 Personen gesteigert werden.

Das Unternehmen versorgt 7 Städte, 154 Landgemeinden und 24 Elektrizitätswerke mit elektrischer Arbeit; der Anschlußwert erhöht sich um 4741 kW auf 107 306 kW und verteilte sich auf 63 980 Stromabnehmer.

Anmerkung:

1 Hierin ist eine Nachveranlagung für frühere Jahre in Höhe von 234 360 RM enthalten.

Zu III. Kommunales Elektrizitätswerk Mark AG., Hagen.

Der Stromabsatz hat eine Steigerung von rd. 23 % von 205,543 Mill kWh auf 252,526 Mill kWh erfahren. Die umfangreiche Werbetätigkeit für Hausinstallationen und Herde zeitigte das günstige Ergebnis, daß mehr als 2820 neue Anlagen angeschlossen werden konnten. Die Zahl der Belegschaft hat sich um 105 Köpfe vermehrt. Im Rahmen der Arbeitsbeschaffung sind etwa 1,25 Mill RM aufgewandt worden, um u. a. über 48,2 km Leitungskabel zu legen und eine neue Turbine mit 6000 kW Leistung aufzustellen und eine Reihe von Erneuerungen und Verbesserungen vorzunehmen.

Anmerkung:

1 Hierin enthalten 703 600 RM eigene Obligationen, wovon nom. 389 600 RM zur Tilgung verwandt sind, während die restlichen zur späteren Tilgung bereitgehalten werden. Von dem A.-K. befinden sich nom. 230 000 RM im Besitz des Unternehmens.

Zu IV. Elektrizitätswerk Sachsen-Anhalt AG., Halle a. S.

Der Stromabsatz hat sich um 23 % gehoben. Abgegeben wurden 423 Mill kWh, von denen 112 Mill kWh selbst erzeugt wurden. Im Berichtsjahre wurden größere Erweiterungen der Anlagen für rd. 1 Mill RM vorgenommen.

Anmerkung:

1 Die Beteiligungen haben sich um ein weiteres Paket von nom. 1,3 Mill RM Aktien der Leipziger Landkraftwerke AG. in Kulkwitz erhöht, welche für 1933/34 5 % Dividende ausschüttete.

Zu V. Elektrizitäts-Aktiengesellschaft Mitteldeutschland, Kassel.

Der Stromabsatz betrug 86,053 Mill kWh (i. V. 68,139 Mill kWh), was eine Steigerung von 26,3 % bedeutet. Am stärksten — 72 % — war die Zunahme des Koch- und Heizstromabsatzes; der landwirtschaftliche Kraftstromabsatz zeigte keine Zunahme. Im Zusammenhang mit dem Anschluß des städtischen Elektrizitätswerkes Göttingen wurde eine neue 15 kV-Leitung gebaut, ferner wurden mehrere Ortsnetze gründlich überholt und verstärkt. Im Berichtsjahr wurden 31 Gemeindeortsnetze erworben, so daß jetzt in 781 Gemeinden die Stromabnehmer unmittelbar beliefert werden. Durch die gesteigerte Eigenbautätigkeit konnte die Gefolgschaft um weitere 63 Mitglieder erhöht werden.

Anmerkung:

1 Die Veränderung der Beteiligungen ist im wesentlichen auf die Abschreibung von rd. 580 000 RM zurückzuführen, die notwendig wurde, da die Preußen-Elektra, an der das Unternehmen mit 2 Mill RM beteiligt war, ihre Aktien im Verhältnis 31 : 22 zusammenlegte. Das Jahresergebnis des Unternehmens wurde hierdurch recht ungünstig beeinflußt.

Zu VI. Ostpreußenwerk Aktiengesellschaft, Königsberg i. Pr.

Der Stromabsatz ist von 77,148 Mill kWh auf 96,131 Mill kWh, also um 24,7 % gestiegen. Die Stromabgabe

*) Vgl. ETZ 1935, S. 878.



a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma (gekürzt)	Einheitswert	Bayreuth	Gotha	Mark (Hagen)	Sachsen Anh. Halle	Mitteldeutschland Kassel	Ostpreußen Königsberg	Großkraft Franken Nürnberg	Main-Kraft Frkft. a. M. Höchst	Pfalzwerke Ludwigshafen
A Bilanz										
a) Aktiva										
I. Anlagevermögen:										
1. Kraftwerke einschl. Grundstücke und Gebäude	10³ RM	5 118	17 320	37 091	22 006	5 411	33 016	14 154	21 108	3 177
	,,	*5 184*	*17 195*	*37 593*	*21 347*	*5 321*	*32 697*	*14 101*	*21 269*	*3 022*
2. Fortleitung und Verteilung einschl. Zähler	,,	19 360	21 746	24 378	13 984	19 088	21 175	8 460	21 911	36 741
	,,	*19 811*	*21 316*	*22 300*	*12 768*	*17 993*	*19 509*	*8 449*	*21 508*	*35 778*
3. Im Bau befindliche Anlagen	,,	326	402	—	66	10	2 190	—	90	385
	,,	*34*	*60*	—	*31*	*59*	*517*	*30*	*22*	*141*
4. Betriebs- u. Geschäftsinventar	,,	4	—	100	—	435	—	—	—	32
	,,	*62*	*30*	—	*47*	*393*	—	—	—	*257*
Summe I	10³ RM	24 808	39 468	61 569	36 056	24 944	56 381	22 614	43 109	40 335
	,,	*25 031*	*38 600*	*59 893*	*34 193*	*23 766*	*52 723*	*22 550*	*42 799*	*39 198*
II. Beteiligungen	,,	129	37	119	3 304[1]	3 028[1]	41	10	2 116	3 937
	,,	*129*	*37*	*119*	*1 957*	*3 609*	*40*	*10*	*2 116*	*3 937*
III. Umlaufsvermögen:										
1. Vorräte	,,	306	784	558	706	526	677	154	433	259
	,,	*274*	*510*	*585*	*712*	*474*	*695*	*133*	*491*	*212*
2. Eigene Aktien	,,	—	—	230	—	—	—	—	—	—
	,,	—	—	*230*	—	—	—	—	—	—
3. Forderungen:										
a) an abhängige und Konzerngesellschaften	,,	518	1 849	—	58	435	1 774	355	239	4 971
	,,	*63*	*2 290*	—	*45*	*387*	*1 635*	*355*	*253*	*4 805*
b) an sonstig. Schuldner	,,	1 343	2 765	2 124	1 685	3 243	6 015[1]	1 696	1 768	1 345
		1 144	*2 625*	*1 684*	*3 475*	*3 776*	*3 299*	*815*	*1 556*	*1 196*
4. Sonst. Umlaufsverm. (Effekten, Bankguth., Kasse, Postscheck, Wechsel, Hyp. usw.)	,,	180	305	4 030[1]	1 579	3 082	3 260	1 464	427	2 408[1]
	,,	*1 146*	*308*	*3 048*	*1 005*	*2 555*	*4 284*	*2 258*	*577*	*894*
Summe III	10³ RM	2 347	5 740	6 942	4 028	7 286	11 726	3 669	2 867	8 983
	,,	*2 617*	*5 733*	*5 547*	*5 289*	*7 192*	*9 913*	*3 561*	*2 877*	*7 107*
IV. Bilanzschlußzahl	10³ RM	27 284	45 208	68 630	43 388	35 258	68 148	26 293	48 092	53 255
	,,	*27 777*	*44 370*	*65 559*	*41 389*	*34 567*	*62 676*	*26 151*	*47 792*	*50 242*
b) Passiva										
I. Grundkapital	10³ RM	15 000	17 600	12 000	16 000	28 000	26 000	7 313	22 400	12 000
	,,	*15 000*	*17 600*	*12 000*	*16 000*	*28 000*	*26 000*	*7 313*	*22 400*	*12 000*
II. Reservefonds	,,	636	680	1 315	1 253	205	1 000	731	2 243	1 933
	,,	*579*	*631*	*1 315*	*1 183*	*152*	*900*	*731*	*2 243*	*1 850*
III. Rückstellungen	,,	376	964	1 099	1 326	795	3 682	541	120	1 693
	,,	*481*	*977*	*785*	*861*	*621*	*2 785*	*404*	*114*	*1 644*
IV. Wertberichtigungen	,,	8 155	16 275	38 310	17 038	4 086	16 994	13 476	9 802	22 221
	,,	*7 613*	*14 931*	*35 066*	*13 434*	*3 204*	*13 985*	*12 455*	*8 670*	*20 892*
V. Verbindlichkeiten:										
1. an abhängige und Konzerngesellschaften	,,	—	—	—	5	—	215	—	1 000	552
	,,	—	—	—	*55*	—	*44*	—	*1088*	*369*
2. aus Anleihen	,,	1 457	7 691	11 173	4 403	527	15 797	3 175	7 414	7 060
	,,	*2 564*	*8 213*	*11 575*	*7 816*	*500*	*17 026*	*4 287*	*7 505*	*6 218*
3. sonstige	,,	985	981	4 023	2 277	1 208	3 505[2]	608	4 204	7 194
	,,	*866*	*1 001*	*4 101*	*854*	*991*	*987*	*501*	*4 859*	*6 674*
Summe V	10³ RM	2 442	8 672	15 196	6 685	1 735	19 517	3 783	12 618	14 806
	,,	*3 430*	*9 214*	*15 676*	*8 725*	*1 491*	*18 057*	*4 788*	*13 452*	*13 261*
VI. Reingewinn	10³ RM	675	1 017	710	1 086	437	955	449	909	602
	%	4	5	6	6	1,5	3	6	4	4,5
	10³ RM	*674*	*1 017*	*717*	*1 186*	*1 099*	*949*	*460*	*913*	*595*
	%	*4*	*5*	*6*	*6*	*4*	*3*	*6*	*4*	*4,5*
VII. Bilanzschlußzahl	10³ RM	27 284	45 908	68 630	43 388	35 258	68 148	26 293	48 092	53 255
	,,	*27 777*	*44 370*	*65 559*	*41 389*	*34 567*	*62 676*	*26 151*	*47 792*	*50 242*
B Gewinn- u. Verlustrechnung										
a) Aufwendungen										
I. Ausgaben für										
1. Betrieb	10³ RM	4 262	1 283	2 304	1 142	2 220	2 021	200	1 595	1 648
	,,	*3 756*	*986*	*1 915*	*1 115*	*2 019*	*1 742*	*202*	*1 490*	*1 339*
2. Sonstiges	,,	112	4 472	1 976	957	2 395	1 873	223	516	983
	,,	*48*	*3 741*	*1 581*	*827*	*2 101*	*1 363*	*226*	*405*	*916*
II. Abschreibungen	,,	1 227	1 537	3 065	2 749	1 687	3 283	1 409	1 165	1 967
	,,	*1 078*	*1 386*	*2 746*	*2 323*	*1 032*	*2 667*	*1 435*	*1 161*	*1 246*
III. Zinsen	,,	40	306	780	118	—	821	124	666	384
	,,	*107*	*367*	*935*	*189*	—	*885*	*230*	*764*	*461*
IV. Steuern u. soz. Abgaben	,,	759	1 175[1]	1 348	839	777	1 092[3]	467	1 040	559
	,,	*694*	*831*	*1 439*	*983*	*719*	*467*	*388*	*956*	*600*
Summe a)	10³ RM	6 400	8 773	9 473	5 805	7 079	9 090	2 423	4 982	5 541
	,,	*5 683*	*7 311*	*8 616*	*5 437*	*5 871*	*7 124*	*2 481*	*4 776*	*4 562*
V. Reingewinn	,,	675	1 017	710	1 086	437	955	449	909	602
	,,	*674*	*1 017*	*717*	*1 188*	*1 099*	*949*	*460*	*913*	*595*
VI. Bilanzschlußzahl	10³ RM	7 075	9 790	10 183	6 891	7 516	10 045	2 872	5 891	6 143
	,,	*6 357*	*8 328*	*9 333*	*6 623*	*6 970*	*8 073*	*2 941*	*5 689*	*5 157*
b) Erträgnisse										
I. Betriebseinnahmen aus										
1. Stromverkauf	10³ RM	6 967	9 025	9 756	6 379	7 190	8 554	2 821	5 301	4 958
	,,	*6 140*	*7 685*	*8 948*	*5 667*	*6 460*	*7 522*	*2 629*	*5 104*	*4 691*
2. Sonstigem	,,	11	669	416	49	210	415	—	84	63
	,,	*10*	*599*	*365*	*47*	*259*	*410*	—	*79*	*59*
Summe I	10³ RM	6 978	9 694	10 172	6 428	7 400	8 969	2 821	5 385	5 021
	,,	*6 150*	*8 284*	*9 313*	*5 714*	*6 719*	*7 932*	*2 629*	*5 183*	*4 750*
II. Beteiligungen	,,	12	2	—	231	—	—	—	84	100
	,,	*11*	*2*	—	*174*	—	—	—	*84*	*101*
III. Vortrag und Sonstiges	,,	85	94	11	232	116	1 076[4]	51	422	1 022[2]
	,,	*196*	*42*	*20*	*735*	*251*	*141*	*312*	*422*	*306*
IV. Bilanzschlußzahl	10³ RM	7 076	9 790	10 183	6 891	7 516	10 045	2 872	5 891	6 143
	,,	*6 357*	*8 328*	*9 333*	*6 623*	*6 970*	*8 073*	*2 941*	*5 689*	*6 157*

in den vom Werke selbst betriebenen Netzen stieg sogar um 52 %. Für eigene Bauvorhaben und zur Finanzierung von Hausanschlüssen und Geräteverkäufen durch Tochterunternehmungen wurden insgesamt etwa 4,75 Mill RM bereitgestellt. Das 60 000 V-Hochspannungsnetz weist eine Ausdehnung von 609 km, das Mittelspannungsnetz (15 000 V) mit 2233 Stationen eine Länge von 6551 km auf. Der Personalstand der Gefolgschaft ist im Berichtsjahr um 18,1 % und seit dem Januar 1933 um 70,1 % vergrößert worden.

Zum Zwecke der Übersichtlichkeit sind die Anlagewerte neu gegliedert und umgruppiert worden und bei Bewertung des Grundbesitzes, besonders der Staubecken der Wasserkraftwerke, Sonderabschreibungen vorgenommen worden. Die starke Bautätigkeit kommt in einem Zugang von rd. 1 985 000 RM zum Ausdruck, während die bisher fertiggestellten Teile des Kraftwerkes Gumbinnen und sonstige noch unvollendete Betriebsbauten mit rd. 2 190 000 RM als im Bau befindlich ausgewiesen werden.

Anmerkungen:

1 Hierin enthalten ein Anspruch gegen die Stadt Danzig in Höhe von 1 190 298 RM im Zusammenhang mit dem im Jahre 1928 abgeschlossenen Stromlieferungsvertrag.

2 Hierin enthalten die zur Durchführung des Bauprogramms bei der Bank der Deutschen Arbeit AG. aufgenommenen 500 000 RM, ferner die Kredite von je 200 000 RM zum Ankauf von Stücken der eigenen Dollaranleihe bei der Reichskreditgesellschaft und der Deutschen Bank und Disconto-Gesellschaft; diese Kredite haben eine Laufzeit von 3 Jahren.

3 Wegen Aufhebung der Befreiung von der Körperschaftssteuer haben sich die Steuern um über 364 000 RM erhöht; hinzu kommt die nachträgliche Körperschaftssteuerbelastung für 1933 mit 270 000 RM für Nachzahlungen.

4 Die eigenen Dollaranleihen sind mit der alten Parität von 4,20 RM je Dollar eingesetzt. Von dem Umtauschangebot der Amerikaanleihe in 4½%ige Reichsmarkschuldverschreibungen, und zwar 3000 RM je 1000 $, haben 621 000 $ der Amerikaanleihe Gebrauch gemacht. Der hieraus entstandene Buchgewinn ist mit 902 593 RM als außerordentlicher Ertrag ausgewiesen und zur Abschreibung des Disagiokontos und für notwendige Sonderabschreibungen auf Grundbesitz verwandt worden.

Zu VII. Großkraftwerk Franken Aktiengesellschaft, Nürnberg.

Der Stromabsatz hat das bisherige Rekordjahr 1929 knapp überschritten und steht mit rund 17 % über dem des Vorjahres. Die Steigerung entfällt hauptsächlich auf die industrielle Stromabnahme, deren Verbrauch um rund 35 % zugenommen hat. Erzeugt wurden in den eigenen und angegliederten Werken 201,9 (178,6) Mill kWh. Vom Bayernwerk bezogen wurden 22,8 (14,6) Mill kWh.

Zu VIII. Main-Kraftwerke Aktiengesellschaft, Frankfurt a. M./Höchst.

Die Abgabe elektrischer Arbeit ist von 131,354 Mill kWh auf 136,278 Mill kWh gestiegen; die Steigerung betrug bei der Großindustrie etwa 21 %, für gewerbliche Zwecke 24,3 % und für Licht- und Haushaltungszwecke 8,4 %. Infolge der Vornahme von Instandsetzungs- und Erneuerungsarbeiten konnte auch im Berichtsjahr die Zahl der Belegschaftsmitglieder weiter vermehrt werden. Gegen Ende des Jahres wurde das Gleichstromnetz der Gemeinde Wörsdorf käuflich erworben und angeschlossen. Beliefert werden jetzt 371 Gemeinden mit einem Gesamtanschlußwert von 132 949 kW.

Der Gewinn, welcher aus Verkauf von Steuergutscheinen und aus der teilweisen Ablösung des eigenen Dollarkredites erzielt wurde, wird als „außerordentliche Erträge" ausgewiesen und zu Sonderabschreibungen benutzt.

Zu IX. Pfalzwerke Aktiengesellschaft, Ludwigshafen a. Rh.

Der Stromverkauf belief sich auf 93,0 (81,4) Mill kWh und weist eine Steigerung von 14¼ % auf. Versorgt wurden mit Strom 26 Städte und 605 Gemeinden mit 927 265 Einwohnern.

Anmerkung:

1 Gemeinschaftlich mit dem Großkraftwerk Mannheim wurde mit Hilfe der Deutschen Golddiskontbank eine Umtauschaktion der in deutschem Besitz befindlichen eigenen 7 %-Dollaranleihe in 5 %-Reichsmark-Schuldverschreibungen zum Umtauschkurse von 3 RM für 1 $ vorgenommen. Der aus dem Umtausch auf die Pfalzwerke entfallende Anteil an Bonds, welche bis zur Einlösung bei der Deutschen Golddiskontbank hinterlegt bleiben, beträgt 277 500 $ und ist in der Position „Zurückgekaufte Dollarbonds" ausgewiesen. Der Bestand dieses Kontos eigener Effekten von 1 707 300 RM ist in dem Posten A a/Aktiva III 4 enthalten.

2 Hierin ist der Kursgewinn aus der planmäßig erfolgten Tilgung von 50 000 $ enthalten. *Trb.*

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Westinghouse im Jahre 1934. — Der amerikanische Starkstromkonzern Westinghouse konnte im Jahre 1934 erstmalig seit 1930 wieder einen Reingewinn erzielen. Allerdings ist dieser gegenüber den Verlusten der Vorjahre nur gering, doch deutet der erhöhte Auftragsbestand am Jahresende (s. Zahlentafel 1) auf eine Fortsetzung der günstigen Entwicklung während des laufenden Jahres hin. Aus dem Reingewinn wurden für die Vorzugsaktien 7 % ausgeschüttet (3,50 $ [1 $ = 2,49 RM] je Aktie von 50,— $). Wie die Gesellschaft berichtet, wurden von der günstigeren Entwicklung alle Betätigungsgebiete des Konzerns betroffen. Im Durchschnitt sind jedoch erst rd. 50 % der vorhandenen Produktionsanlagen ausgenutzt, wobei in den Fabrikationsstätten für Maschinen und Apparate für die Elektrizitätsversorgung die Ausnutzung der Produktionskapazität erheblich geringer ist. Infolge der vermehrten Anwendung der Elektrizität in Amerika und in den überseeischen Absatzgebieten glaubt die Gesellschaft den Geschäftsumfang langsam erweitern zu können.

Zahlentafel 1. Westinghouse, Electric & Manufacturing Co.

Jahr	Aktienkapital 1)	Beteiligungen 2)	Reingewinn (+) 3) Reinverlust (—) 3)	Dividendensumme 4)	Umsatz	Auftragsbestand 5)	Beschäftigte Personen 6)
	in 1000 $ 7)						Anzahl
1929	133 316	45 000	+ 27063	10 366	216 364	62 025	49 985
1932	133 308	51 861	— 8 904	2 542	77 074	26 836	23 756
1933	133 316	39 261	— 8 637	— 8)	66 432	26 954	29 980
1934	133 316	37 501	+ 190	280	92 159	34 086	35 281

1) Stamm- und Vorzugsaktien. — 2) Einschl. Vorschüsse an Konzerngesellschaften. — 3) Nach Abzug von Rückstellungen, Steuern u. dgl. — 4) Auf Stamm- und Vorzugsaktien. — 5) Am Jahresende. — 6) Im Jahresdurchschnitt. — 7) Aus Gründen der Bilanzkorrektheit konnte eine Umrechnung in Reichsmark nicht vorgenommen werden. — 8) Anstatt einer Dividende wurde für jede Stamm- und Vorzugsaktie von Westinghouse je eine halbe Aktie der Radio Corporation of America begeben.

Abschluß der General Electric Co., Ltd., London. — Der Abschluß dieser englischen Gesellschaft für 1934, die rd. 35 000 Menschen beschäftigt, zeigt eine beachtliche Erhöhung des Rohüberschusses und des Reingewinns (s. Zahlentafel 1). Während des vergangenen Jahres waren alle Werke des Konzerns voll beschäftigt. Die Geschäftsbelebung erstreckte sich in gleichem Maße auf steigende Bestellungen der Industrie und des Bergbaus wie auf den Bedarf der Elektrizitätswerke. In verschiedenen Fabrikationsabteilungen konnte der Auftragsbestand mit den vorhandenen Anlagen nicht bewältigt werden, so daß Kapazitätserweiterungen notwendig wurden. Ebenso zeigt die Ausfuhr — namentlich nach Asien — eine Besserung gegenüber den vergangenen Geschäftsjahren. Die Dividende auf die Stammaktien konnte daher von 8 auf 10 % erhöht werden.

Zahlentafel 1. General Electric Company Ltd., London.

Jahr 1. 4.—30. 3	Aktienkapital 1)	Beteiligungen 2)	Anlagen	Rohüberschuß 3)	Reingewinn 4)	Dividendensumme	Beschäftigte Personen
	in 1000 £						Anzahl
1932/1933	5854	3229	4540	1013	569	432	22 703
1933/1934	5854	3470	4505	971	434	432	24 235
1934/1935	7417	3456	4576	1184	634	491	29 968

1) begebenes Aktienkapital (Stammaktien + Vorzugsaktien)
2) einschl. Vorschüsse an Tochtergesellschaften
3) einschl. Beteiligungserträge
4) nach Abzug von Steuern, Abschreibungen, Zuwendungen an Pensionsfonds.



VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachungen.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Der Ausschuß für Installationsmaterial hat in Heft 28, Seite 803 der ETZ einen Entwurf zu einer Ergänzung des § 38 von VDE 0610/1928

„Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I.“

verfaßt.

Die zu diesem Entwurf eingegangenen Einwände sind durch den obengenannten Ausschuß ordnungsgemäß behandelt worden.

Die Ergänzung entsprechend der Veröffentlichung in Heft 28 ist von dem Vorsitzenden des VDE mit der Maßgabe genehmigt, daß sie am 1. Oktober 1935 in Kraft tritt.

Ausschuß für Isolieröle.

Der in ETZ 1933, S. 359, veröffentlichte Entwurf zu „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Isolierölen für Transformatoren und Schalter R.E.Ö.“ ist auf Grund der hierzu ergangenen Äußerungen überarbeitet und in der nachstehenden Form verabschiedet worden. Der neue Wortlaut von

VDE 0370/1936 „Vorschriften für Schalter- und Transformatorenöle“

wurde vom Vorsitzenden des VDE genehmigt und zum 1. Januar 1936 in Kraft gesetzt; am gleichen Tage verliert die bisherige Fassung

VDE 0370/1927 „Vorschriften für Transformatoren- und Schalteröle“

ihre Gültigkeit.

Außerdem wurde in Anlehnung an die Vorschriften und in Zusammenarbeit mit dem Fachnormenausschuß für Schmiermittelanforderungen beim Verein deutscher Eisenhüttenleute, Düsseldorf, zur Vervollständigung der Normblattreihe betr. Richtlinien für Schmiermittel (DIN 6532 bis DIN 6573) ein Normblatt DIN 6556 „Schalter- und Transformatorenöle“ aufgestellt, das anschließend an die Vorschriften wiedergegeben ist.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Ausschuß für Isolieröle.

VDE 0370/1936.

Vorschriften für Schalter- und Transformatorenöle.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Gültigkeit.
§ 3. Geltungsbereich.

II. Bewertung.

§ 4. Reinheit.
§ 5. Wassergehalt.
§ 6. Spezifisches Gewicht.
§ 7. Stockpunkt und Zähigkeit.
§ 8. Flammpunkt.
§ 9. Chemische Eigenschaften.
§ 10. Alterungsneigung.
§ 11. Durchschlagsfestigkeit.
§ 12. Toleranzen.

III. Prüfung.

§ 13. Probenahme.
§ 14. Reinheit.
§ 15. Spezifisches Gewicht.
§ 16. Zähigkeit.
§ 17. Flammpunkt.
§ 18. Chemische Eigenschaften.
§ 19. Alterungsneigung.
§ 20. Durchschlagsfestigkeit.
§ 21. Toleranz.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Vorschriften treten am 1. Januar 1936 in Kraft[1]).

§ 2.

Gültigkeit.

Diese Vorschriften gelten allgemein; Abweichungen hiervon sind ausdrücklich zu vereinbaren. Die Bestimmungen der §§ 4 bis 9, 11 und 12 müssen jedoch immer erfüllt sein.

§ 3.

Geltungsbereich.

a) Diese Vorschriften gelten nur für Erdölprodukte.

b) Die Bestimmungen der §§ 6 bis 9 beziehen sich sowohl auf neues als auf im Apparat angeliefertes Öl. Die Bestimmungen der §§ 4 und 10 beziehen sich lediglich auf neues Öl. Die Bestimmung des § 11 bezieht sich nur auf ein dem im Betriebe befindlichen Transformator oder Gerät entnommenes (Gebrauchsöl) und auf ein getrocknetes oder zum Einfüllen vorbereitetes, nicht aber auf neues Öl.

Unter neuem Öl (§§ 4 bis 10) ist ein Öl zu verstehen, wie es unaufbereitet in Kesselwagen oder Eisenfässern von der Raffinerie angeliefert wird. Die Anlieferung darf nicht in Holzfässern erfolgen.

II. Bewertung.

§ 4.

Reinheit.

Das neue Öl soll in 10 cm Schicht und bei 20 ° durchsichtig und klar sein, keine festen Fremdstoffe enthalten sowie keine Ausscheidungen zeigen.

§ 5.

Wassergehalt.

In Kesselwagen angelieferte Öle dürfen nach Ablassen von 10 l des Kesselinhaltes kein abgesetztes Wasser enthalten.

In Fässern angelieferte Öle dürfen nicht mehr als 0,01 % des Faßinhaltes an abgesetztem Wasser enthalten.

§ 6.

Spezifisches Gewicht.

Das spezifische Gewicht darf nicht mehr als 0,920 bei 20 ° betragen.

Bei Transformatoren und Schaltern, deren Ölinhalt sich auf Temperaturen unter 0 ° abkühlen kann, soll Öl mit einem spezifischen Gewicht von nicht mehr als 0,895 bei 20 ° verwendet werden; hierdurch soll erreicht werden, daß etwa sich bildendes Eis am Kesselboden bleibt.

§ 7.

Stockpunkt und Zähigkeit.

1. Der Stockpunkt des Öles darf nicht höher als — 15 ° sein. Bei Schaltern, deren Kessel von der Außenluft umspült werden und die keine besondere Heizvorrichtung haben, darf der Stockpunkt des zu verwendenden Öles nicht höher als — 40 ° sein.

[1]) Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im September 1935. — Veröffentlicht ETZ 54 (1933) S. 359 und 56 (1935) S. 1135.



2. Die Zähigkeit darf folgende Werte nicht überschreiten:

Temperatur °	Zähigkeit E	Zähigkeit cSt
+ 20	8	61
+ 5	22	167
± 0	35	266
— 5	50	380

Für Öle, die in ölarmen Schaltern verwendet werden, sind bezüglich des Verhaltens in der Kälte besondere Vereinbarungen zu treffen.

Der Wert der letzten Spalte stellt die kinematische Zähigkeit (Vk) dar. Bezüglich der Umrechnung in dynamische Zähigkeit siehe Normblatt DIN DVM 3655.

§ 8.

Flammpunkt.

Der Flammpunkt, im offenen Tiegel bestimmt, darf nicht unter 145° liegen.

§ 9.

Chemische Eigenschaften.

a) Der Gehalt an Asche darf bei neuem Öl 0,010 % nicht übersteigen.

b) Das neue Öl soll frei von Mineralsäure und Alkali sein und darf keine Stoffe enthalten, die mit Normalbenzin fällbar sind.

c) Die Neutralisationszahl darf bei neuem Öl 0,05 nicht übersteigen; bei im Gerät angeliefertem Öl sind um 0,03 höhere Werte zulässig.

d) Die Verseifungszahl darf bei neuem Öl 0,15 nicht übersteigen; bei im Gerät angeliefertem Öl sind um 0,05 höhere Werte zulässig.

§ 10.

Alterungsneigung.

Das Verfahren zur Bestimmung der Alterungsneigung ist besonders zu vereinbaren.

Wird die Verteerungszahl gewählt, so gilt folgendes:

a) Die Verteerungszahl des neuen Öles darf 0,1 % nicht überschreiten.

b) Das neue Öl soll nach 70-stündiger Erhitzung auf 120° unter Einleiten von Sauerstoff aus flüssiger Luft (Linde-Sauerstoff) folgende Bedingungen erfüllen:

1. Es soll nach dem Erkalten vollkommen klar sein.
2. Es darf keinen benzinunlöslichen Schlamm enthalten.
3. Es dürfen beim Erhitzen mit der alkoholisch-wässerigen Natronlauge keine asphaltartigen Ausscheidungen entstehen.

§ 11.

Durchschlagsfestigkeit.

Die elektrische Festigkeit des *dem in Betrieb befindlichen* Transformator oder Gerät entnommenen Öles soll, gemessen nach den Prüfvorschriften, im Mittel 80 kV/cm nicht unterschreiten.

Ist die elektrische Festigkeit geringer, so muß das Öl gereinigt bzw. erneuert werden.

Die elektrische Festigkeit des *getrockneten oder zum Einfüllen vorbereiteten* Öles soll 125 kV/cm nicht unterschreiten.

Ergibt das Erhitzen des Öles im Reagenzglase auf rd. 150° das Vorhandensein von Wasser durch knackendes Geräusch, so erübrigt sich die Untersuchung der elektrischen Festigkeit; das Öl muß getrocknet werden.

§ 12.

Toleranzen.

Auf die in vorstehenden Regeln genannten Grenzwerte sind Toleranzen nicht anwendbar.

III. Prüfung.

§ 13.

Probenahme.

Siehe Normblatt DIN DVM 3651, Probenahme von ölartig-flüssigen, salbenartigen, breiartigen und fettartig-festen Stoffen.

§ 14.

Reinheit.

Zur Prüfung der *Durchsichtigkeit* blickt man waagerecht durch eine 10 cm starke Ölschicht gegen einen unmittelbar hinter der Probe befindlichen 1 mm starken, tiefschwarzen Strich auf weißer Fläche. Ist der Strich noch deutlich erkennbar, dann ist das Öl als durchsichtig zu bezeichnen.

Zur Prüfung auf *Klarheit* blickt man waagerecht durch eine 10 cm starke Ölschicht nacheinander gegen eine weiße, matte Fläche, gegen eine dunkle, matte Fläche und gegen grelles Licht (Sonnenlicht, stark leuchtende Lampe). Zeigen sich hierbei keine Trübungen, so ist das Öl als klar zu bezeichnen.

Feste Fremdstoffe wird man in der Regel schon bei der Prüfung auf Klarheit feststellen können. Im Zweifelsfalle mischt man in einem Reagenzglas 10 cm³ des gut durchgeschüttelten Öles mit der 3-fachen Menge reinen Benzols. Zeigt sich nach 3-stündigem Stehen im abgedeckten Reagenzglas kein Bodensatz oder beim Filtrieren der Lösung kein Filterrückstand, so gilt das Öl als frei von festen Fremdstoffen.

§ 15.

Spezifisches Gewicht.

Siehe Normblatt DIN DVM 3653, Spezifisches Gewicht, Dichte.

§ 16.

Zähigkeit.

Siehe Normblatt DIN DVM 3655, Zähigkeit (Viskosität)[2]).

§ 17.

Flammpunkt.

Siehe Normblatt DIN DVM 3661, Flammpunkt im offenen Tiegel.

§ 18.

Chemische Eigenschaften.

Siehe a) Normblatt DIN DVM 3657, Aschegehalt,
siehe b) und c) Normblatt DIN DVM 3658, Neutralisationszahl[3]), und Normblatt DIN DVM 3660, Hartasphalt,
siehe d) Normblatt DIN DVM 3659, Verseifungszahl.

§ 19.

Alterungsneigung.

a) *Verteerungszahl.* Es wird darauf hingewiesen, daß die Bestimmung der Verteerungszahl besonders schwierig ist und im Zweifelsfalle von einem Spezialchemiker ausgeführt werden muß. (Die abgekürzte Bezeichnung für dieses Verfahren ist 70 h 120° O_2.)

150 g des frischen, ungebrauchten, filtrierten Öles werden in einem 300 cm³ fassenden Erlenmeyer-Kolben (Schott & Gen., Jena) in einem Ölbade 70 h ununterbrochen unter gleichzeitigem Durchleiten von Sauerstoff auf 120° erwärmt. Das Niveau des Ölbades soll 5 mm höher als das des im Kolben befindlichen Öles sein. Der Sauerstoff passiert 2 Waschflaschen, von denen die erste mit Kalilauge (spez. Gewicht 1,32), die zweite mit konz. Schwefelsäure (spez. Gewicht 1,84) beschickt ist (die Waschflaschen sollen ein Fassungsvermögen von mindestens ¼ l bei hoher zylindrischer Form haben und etwa auf ⅕ ihrer Höhe mit der Waschflüssigkeit beschickt sein). Die Erwärmung wird in einem zuverlässigen, regelbar geheizten Ölbade ausgeführt. Die vorgeschriebene Temperatur ist in dem zu untersuchenden Öl zu überwachen. Das Ölbad ist mit einem Rührwerk auszustatten. Der Kolben ist durch einen Korkstopfen mit seitlicher Einkerbung zu verschließen, durch den das 1 bis 2 mm über dem Boden des Kolbens mündende Einleitungsrohr führt (die lichte Weite des Einleitungsrohres soll genau 3 mm, die Anzahl der Blasen 2 je Sekunde betragen).

Nach der geschilderten 70-stündigen Vorbehandlung werden 50 g des gut durchgerührten Öles in einem mit Rückflußkühler versehenen, 300 cm³ fassenden Erlenmeyer-Kolben nach Zusatz einiger Siedesteine 20 min lang auf siedendem Wasserbade mit 50 cm³ einer Lösung erwärmt, die durch Auflösen von 75 g Ätznatron in 1 l dest. Wasser und durch Hinzufügen von 1 l 96 %-igen Alkohols[4]) zu bereiten ist. Ohne den Rückflußkühler zu entfernen, wird hiernach das warme Gemisch 5 min lang kräftig geschüttelt, wobei der Kolben zweckmäßig mit einem Tuch

[2]) Bezüglich des Vogel-Ossag-Viskosimeters siehe „Die Ölbewirtschaftung" 1930, S. 30.

[3]) An Stelle von reinem Alkohol, der nach DIN DVM 3658 vorgesehen ist, kann auch ein mit 1% Petroleumbenzin vergällter Alkohol benutzt werden.

[4]) An Stelle von reinem Alkohol kann auch ein mit 1% Petroleumbenzin vergällter Alkohol benutzt werden.

umwickelt wird. Man überführt seinen Inhalt nach dem Erkalten in einen Scheidetrichter und läßt ihn über Nacht absitzen, da erst dann eine vollständige Trennung der Lauge vom Öl stattfindet. Zeigen sich nach dem Erwärmen mit der Lauge und dem Absitzenlassen an der Trennungsschicht von Öl und Lauge oder an den Wandungen des Scheidetrichters dunkelfarbige Ausscheidungen, so entspricht das Öl den Bedingungen nicht. Wenn keine Ausscheidungen vorhanden waren, wird nach eingetretener Schichtung ein möglichst großer Anteil der alkoholisch-wässerigen Lauge durch ein gewöhnliches Filter in einen Kolben filtriert. Von dem Filtrat werden 40 cm³ abpipettiert, in einem zweiten Scheidetrichter mit einigen Tropfen Methylorange versetzt und mit Salzsäure bis zur deutlichen Rotfärbung der Flüssigkeit angesäuert (hierzu sind etwa 6 cm³ Salzsäure vom spez. Gewicht 1,124 erforderlich). Nach dem Ansäuern werden 50 cm³ destilliertes Wasser zugesetzt; erst dann wird mit Benzol ausgeschüttelt, da in 50 %-igem Alkohol Benzol und mit ihm auch die darin gelösten Teerstoffe etwas löslich sind. Die durch das Ansäuern abgeschiedenen Teerstoffe werden in 50 cm³ reinem Benzol vom Siedepunkt 80/82 ° (das beim Eindampfen auf dem Wasserbade keine Spur eines Rückstandes hinterlassen darf) aufgenommen. Das Ausschütteln ist mit 50 cm³ Benzol in einem dritten Scheidetrichter noch einmal zu wiederholen.

Nach dem Ablassen der wässerigen Schicht wird der erste Benzolauszug im Scheidetrichter Nr. 3 mit dem zweiten Benzolauszuge vereinigt, wobei der Scheidetrichter Nr. 2 mit etwas Benzol nachzuspülen ist. Der Benzolauszug wird dann im Scheidetrichter Nr. 3 zweimal mit je 50 cm³ destilliertem Wasser sorgfältig ausgeschüttelt. Starkes Schütteln ist zu vermeiden, da sonst Emulsionsbildung eintritt. Wenn sich hierbei eine starke Emulsion bildet, setzt man nach Ablassen des klaren Teiles der Wasserlösung einige Tropfen Alkohol zu, wodurch die Benzolschicht wieder klar wird.

Nach dem Ablassen der letzten sichtbaren Wasserreste wird die im Scheidetrichter zurückbleibende Benzollösung in einen Weithals-Stehkolben von 250 cm³ Inhalt (Schott & Gen., Jena) übergeführt, der zuvor mit einigen Siedesteinen gemeinsam auf der analytischen Waage gewogen wurde. Dieser Kolben wird mit einem tadellosen, gut ausgepreßten und von jeglichem Korkstaub befreiten, durchbohrten Korken, in dem ein möglichst direkt über ihm abgebogenes weites Dampfableitungsrohr steckt, das in einen Kühler mündet, verschlossen und mittels eines Ringes, der Einkerbungen zum Durchleiten des Wasserbaddampfes hat, auf das Wasserbad gestellt, Kolben und Ableitungsrohr werden dann mit einem oben geschlossenen Blechmantel überdeckt, der an einer Seite zur Durchführung des Ableitungsrohres geschlitzt ist. Das Wasserbad wird schließlich so stark erhitzt, daß die in den Blechmantel steigenden Dämpfe diesen und damit auch Kolben und Ableitungsrohr miterwärmen und so jegliches Dephlegmieren der Benzoldämpfe verhindern. Nach dem Eindampfen wird etwas Alkohol (absoluter oder 96 %-iger) zugegeben, um etwa vorhandenes Wasser zu verjagen, und der Kolben offen und liegend auf das mit gewöhnlichem Ring versehene Wasserbad gestellt, so daß die schweren Dämpfe bequem abfließen können. Dann wird der Kolben in einem auf 105 ° eingestellten Trockenschrank 10 min lang getrocknet und nach dem Erkalten im Exsikkator gewogen. Die gefundene Teermenge in Gramm, mit 2,5 multipliziert, ergibt die prozentuale Verteerungszahl.

b) S c h l a m m b i l d u n g. 10 cm³ des verteerten Öles werden mit 30 cm³ Normalbenzin versetzt. Nach 24-stündigem Stehen wird festgestellt, ob sich Schlamm ausgeschieden hat. Im Zweifelsfalle ist durch ein geeignetes Filter (Schleicher & Schüll, Weißband 589) zu filtrieren. Ist in d e m Kolben, in dem das Öl erhitzt wurde, schon ohne Benzinzusatz eine Schlammausscheidung zu bemerken, so ist das Öl von vornherein als unbrauchbar zu bezeichnen.

§ 20.

D u r c h s c h l a g s f e s t i g k e i t.

a) E n t n a h m e d e r P r o b e. Das zu untersuchende Öl soll dem Gerät (z. B. Transformator oder Ölschalter) möglichst an der tiefsten Stelle entnommen werden. Die zur Entnahme der Probe dienenden Gefäße müssen peinlich sauber und trocken sein.

Die Temperatur des zu untersuchenden Öles soll 15 bis 25 ° betragen.

b) E l e k t r o d e n f o r m u n d A b s t ä n d e i n n e r h a l b d e r P r ü f a p p a r a t e. Als Elektroden werden Kupferkalotten von 25 mm Halbmesser nach Abb. 1 gewählt.

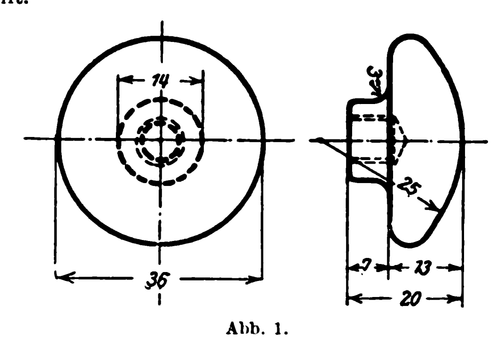


Abb. 1.

Der Abstand der Kalottenränder von der Gefäßwandung (Glas oder Porzellan) soll mindestens 12 mm, von der Öloberfläche mindestens 5 mm betragen.

Bei Einführung beider Elektroden vom Ölspiegel aus soll der Mindestabstand zwischen den Zuleitungen 45 mm betragen. Die Zuleitungen selbst sollen einen Durchmesser von mindestens 5 mm haben.

Richtlinien für Schmiermittel
Isolieröl
für Transformatoren und Schalter

DIN 6556

Bezeichnung: Isolieröl DIN 6556
Anweisung für den Gebrauch der Richtlinienblätter siehe DIN 6532

Prüfung auf	Geforderte Eigenschaften für neues Öl¹)		
Spezifisches Gewicht	nicht über 0,920 bei 20° ²)		
Zähigkeit (Viskosität)		E	cSt³)
bei +20°	nicht über	8	61
bei +5°	nicht über	22	167
bei ±0°	nicht über	35	266
bei −5°	nicht über	50	380
Flammpunkt	nicht unter 145°		
Stockpunkt⁴)	−15		
Neutralisationszahl⁵)	nicht über 0,05		
Verseifungszahl	nicht über 0,15		
Aschegehalt	nicht über 0,010%		
Hartasphalt	0		
Wassergehalt	In Kesselwagen angelieferte Öle dürfen nach Ablassen von 10 l des Kesselinhaltes kein abgesetztes Wasser enthalten. In Fässern angelieferte Öle dürfen nicht mehr als 0,01 % an abgesetztem Wasser enthalten.		
Alterungsneigung	ist besonders zu vereinbaren⁶)		

1) Für die Bewertung und Prüfung gelten die „Vorschrifen für Schalter- und Transformatorenöle" (VDE 0370) des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Für Öle, die in ölarmen Schaltern verwendet werden, sind bezüglich des Verhaltens in der Kälte besondere Vereinbarungen zu treffen.

2) Bei Transformatoren und Schaltern, deren Ölinhalt sich auf Temperaturen unter 0° abkühlen kann, soll Öl mit einem spezifischen Gewicht von nicht über 0,895 bei 20° verwendet werden.

3) cSt (Centistockes) ist die Einheit der kinematischen Zähigkeit (Vk). Bezüglich der Umrechnung in dynamische Zähigkeit siehe Normblatt DIN DVM 3655.

4) Der Stockpunkt des Öles darf bei Schaltern, deren Kessel von der Außenluft umspült werden und die keine besondere Heizvorrichtung haben, nicht über −40° betragen.

5) Frei von ungebundener Mineralsäure und ungebundenem Alkali.

6) Siehe „Vorschriften für Schalter- und Transformatorenöle" (VDE 0370 1936, § 10).

V e r w e n d u n g für Füllung von Transformatoren, elektrische Schalt- und Regel-Geräte aller Art.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Fachnormenausschuß für Schmiermittelanforderungen.

c) Ö l m e n g e. Die Ölmenge soll mindestens 0,25 l betragen.

d) R e i n i g u n g. Die Elektroden und das Gefäß sind vor jeder Versuchsreihe mit einem Lederlappen blank zu reiben und mit mechanisch gereinigter Luft von anhaftendem Wasser zu befreien. Das gereinigte Gerät ist vor dem Versuch möglichst mit einem Teil des zu untersuchenden Öles auszuspülen.

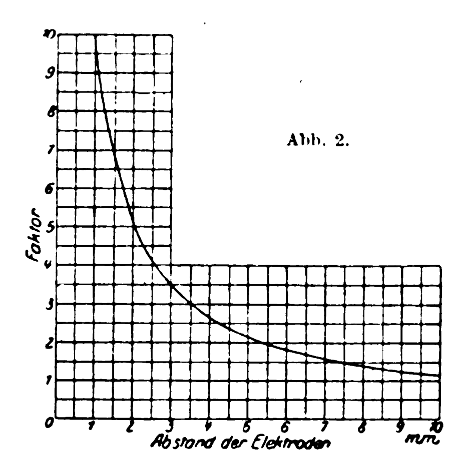


Abb. 2.

e) V e r s u c h s a n o r d n u n g. Zwei Versuchsanordnungen sind zulässig:

α) F e s t e r E l e k t r o d e n a b s t a n d. Der Abstand der Kalotten soll bei dieser Versuchsanordnung mindestens 1,5 mm betragen.

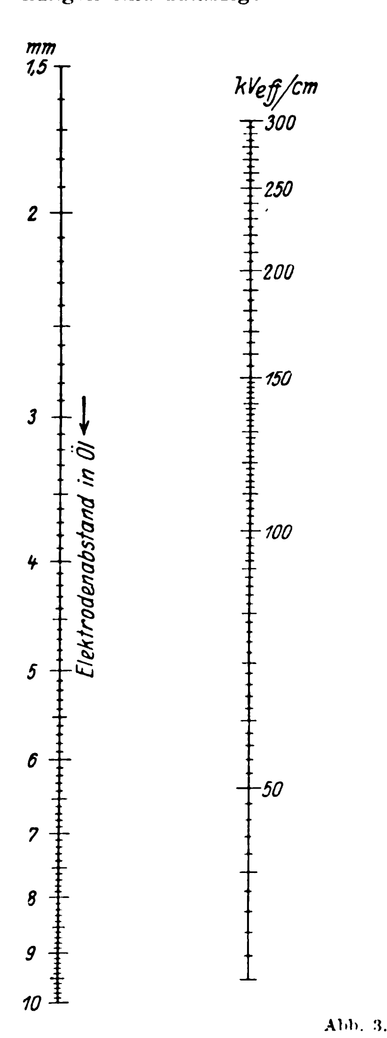


Abb. 3.

Die Spannung wird verändert entweder durch feinstufige Änderung der Erregung, falls ein besonderer Generator vorhanden ist, oder durch Regeln der vor die Niederspannungswicklungen des Transformators geschalteten Widerstände.

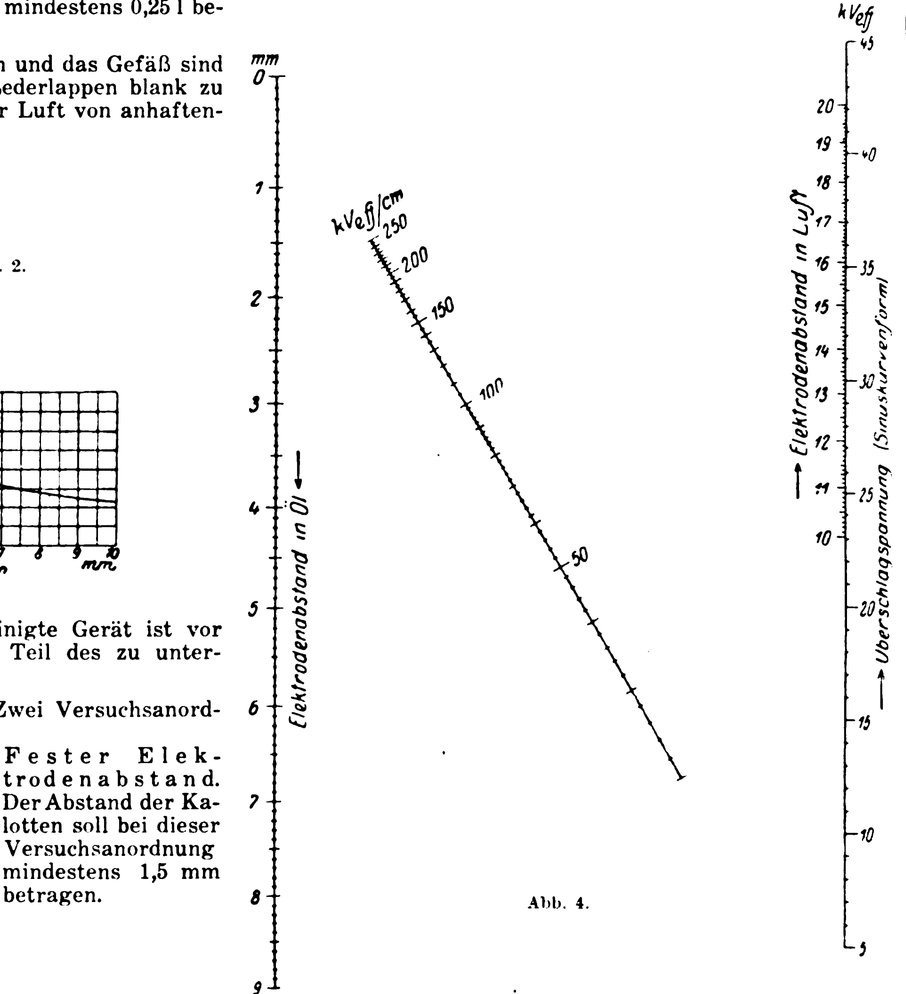


Abb. 4.

β) V e r ä n d e r l i c h e r E l e k t r o d e n a b s t a n d b e i k o n s t a n t e r S p a n n u n g.

Auf der Hochspannungsseite soll ein fester Widerstand von etwa 30 000 Ω vorgeschaltet sein.

Der Prüftransformator soll bei beiden Versuchsanordnungen bei voller Erregung mindestens 30 kV auf der Hochspannungsseite geben. Die Leistung darf nicht weniger als 250 VA betragen. Bei größeren Transformatoren ist u. U. durch Vorschalten von Flüssigkeitswiderständen dafür zu sorgen, daß der Strom auf der Hochspannungsseite beim Ansprechen der Funkenstrecke nicht mehr als 0,5 A beträgt. Zur Regelung oder Dämpfung sind nur Metall- oder Flüssigkeitswiderstände zulässig.

f) V e r l a u f d e r U n t e r s u c h u n g. Beim Eingießen des Öles sind Luftblasen nach Möglichkeit zu vermeiden, indem man das Öl an der Wand des schräg gehaltenen Gefäßes langsam herunterlaufen läßt.

Vor Anlegen der Spannung soll das Öl 10 min im Prüfgefäß ruhig stehen.

Die Regelung der Spannung bzw. des Elektrodenabstandes soll bis zum Durchschlag ungefähr 20 s erfordern. Die Spannung soll möglichst schnell nach dem Durchschlag abgeschaltet werden (Selbstschalter).

Im ganzen sind bei jeder Probe 6 Durchschlagsversuche anzustellen. Das Ergebnis des ersten Versuches darf zur Beurteilung des Öles nicht herangezogen werden. Maßgebend ist der Mittelwert der letzten 5 Durchschläge.

Nach jedem Durchschlag ist das Öl zwischen den Elektroden durch Umrühren mit einem reinen und trockenen Glasstäbchen zu erneuern.



Um die Durchschlagsfestigkeit in kV/cm zu ermitteln, ist bei Verfahren α) der gefundene Mittelwert der Durchschlagspannung noch mit einem Faktor entsprechend Abb. 2 (z. B. bei 2,5 mm Elektrodenabstand mit dem Faktor 4) zu multiplizieren.

Bei Verfahren β) ergibt sich der Faktor aus der Kurve (Abb. 2).

Zur Berechnung der Durchschlagsfestigkeit können auch mit Vorteil die in Abb. 3 und 4 dargestellten Fluchtlinientafeln Verwendung finden (siehe auch ETZ 1926, Seite 158). Für Luft beziehen sich diese Tafeln ebenfalls auf Vollkugeln oder Kugelkalotten von 25 mm Halbmesser.

§ 21.
Toleranz.

Siehe Normblatt DIN DVM 3652, Toleranz.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Bekanntmachung.

Der Elektrotechnische Verein wird in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule demnächst eine Vortragsreihe veranstalten über das Thema:

„Die Operatorenrechnung und ihre Anwendung zur Lösung technischer Aufgaben."

Vortragender: Herr Präsident a. D. Professor Dr.-Ing. E. h. Dr. K. W. Wagner.

Inhaltsübersicht: Das Rechenverfahren nach Heaviside, seine strenge Begründung und Erweiterung mittels der Laplaceschen Funktionen-Transformation. Physikalische Erläuterung derselben an Hand der für elektrische Stromkreise und mechanische Schwingungsgebilde geläufigen Begriffe. Anwendung des Verfahrens zur Lösung von Aufgaben, die auf gewöhnliche Differentialgleichungen führen, bei beliebigen Anfangsbedeutungen (Schwingungsgebilde mit endlich vielen Freiheitsgraden). Ausdehnung auf partielle Differentialgleichungen (kontinuierliche Schwingungsgebilde; Wellenausbreitung) und auf Differenzengleichungen (Kettenleiterartige Schwingungsgebilde). Asymptotische Entwicklungen.

Zeit: Montags, pünktlich $18^{h}\,30^{m}$ bis 20^{h}, am 28. Oktober; 4., 11., 18. und 25. November; 2., 9. und 16. Dezember 1935.

Die Vortragsreihe wird bereits jetzt angekündigt; ihre näheren Einzelheiten (Preis, Ort der Veranstaltung usw.) werden noch rechtzeitig bekanntgegeben werden.

Ordentliche Vereinsversammlung

am 28. Mai 1935 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Professor Matthias.

Vorsitzender: Ich eröffne die heutige letzte Vereinsversammlung in diesem Vortragsjahr. Der Verein schließt es noch mit seinem alten Namen. Die Satzungsänderung, die uns auch formell in den VDE eingliedern soll, ist noch nicht beim Gericht eingetragen. Die erforderlichen Schritte sind zwar schon eingeleitet worden, aber der Instanzenweg nimmt doch noch etwas Zeit in Anspruch, so daß wir noch als Elektrotechnischer Verein auseinandergehen. Sobald die letzten Formalitäten erledigt sind, werde ich Ihnen in der ETZ davon Kenntnis geben. Bei dieser Gelegenheit werde ich auch die Zusammensetzung des neuen Gaubeirats bekannt geben. Ich habe schon mitgeteilt, daß wir den bewährten Ausschuß zur Bearbeitung des Vortragswesens bestehen lassen, ja sogar noch erweitern wollen. Wir beabsichtigen, wie ich schon angedeutet habe, das Vortragswesen noch weiter auszubauen, indem wir die Zahl der Fachgruppen vermehren und dadurch noch mehr Fachvorträge zur Weiterbildung der Ingenieure auf ihren engeren Arbeitsgebieten veranstalten. Desgleichen sollen auch die Veranstaltungen für Jungingenieure, und zwar in derselben fachlichen Gliederung, weiter ausgebaut werden, so daß auch den Jungingenieuren im Rahmen unseres Vereins mehr als bisher Gelegenheit zur gegenseitigen Aussprache und zur Weiterbildung gegeben werden kann. Die Monatsversammlungen sollen daneben selbstverständlich bestehen bleiben. Nur wollen wir für sie allgemeinere Themen bevorzugen, so daß das Spezialwissen mehr in die Vortragsabende der Fachausschüsse hinüberwandert. Ferner haben wir ins Auge gefaßt, ein Mitteilungsblatt herauszugeben ähnlich dem grünen Blättchen des VDI, damit unsere Mitglieder noch mehr von unserem Vereinsleben hören und Gedankenaustausch pflegen können. Daneben sollen die Veröffentlichungen in der ETZ bestehen bleiben. Wir hoffen also, daß mit dem Wiederbeginn der Vorträge, der wieder im September in Aussicht genommen ist, noch mehr Leben in unseren Verein einziehen wird. —

Gegen den Bericht über die ordentliche Vereinsversammlung am 30. April sind Einwendungen nicht erhoben worden. Der Bericht ist demnach angenommen. Seit dieser Sitzung sind wieder einige Neuanmeldungen eingegangen. Ein Verzeichnis liegt hier aus.

Die nächste ordentliche Mitgliederversammlung wird, wie schon erwähnt, nach der Sommerpause, und zwar am 24. September, stattfinden.

Wir kommen nun zum nächsten Punkt der Tagesordnung: Ernennung eines ausländischen Gelehrten zum Korrespondierenden Mitglied. Sie wissen, meine Herren, daß der Verein Personen, die sich um ihn und seine Zwecke besondere Verdienste erworben oder auf dem Gebiet der Elektrotechnik Besonderes geleistet haben, auf gemeinsamen Antrag des Vorstandes und des Ausschusses durch die Mitgliederversammlung zu Korrespondierenden Mitgliedern ernennen kann. Vorstand und Ausschuß bringen Ihnen für diese Ehrung Herrn Professor Alexej Beljawsky am Polytechnikum in Nowotscherkassk (Rußland) in Vorschlag. Er hat dort seit 1918 als ordentlicher Professor allgemeine Elektrotechnik und Elektromaschinenbau gelehrt. Am 17. November 1934 hat er das Jubiläum seiner 25jährigen wissenschaftlichen Hochschullehrtätigkeit begangen. Die besondere Beziehung zu uns besteht darin, daß er zunächst an der Technischen Hochschule Berlin unter Leitung der Professoren Slaby, Wedding und Reichel im Jahre 1910 seine wissenschaftlichen Forschungsarbeiten begonnen hat, und zwar hat er sich hauptsächlich mit der Frage der Wechselstromgleichrichtung befaßt. Das Ergebnis der Forschungen ist in einem preisgekrönten Werk über Wechselstrom-Quecksilberdampf-Gleichrichter erschienen. Außerdem hat er sich mit Arbeiten über Stroboskopie, über den Temperatur-Oszillographen, über die Theorie des Schalles und andere Probleme ausgezeichnet. Er ist — das ist das Wesentliche für uns — seit 1910 ununterbrochen Mitglied unseres Vereins, seit 1933 auch Mitglied des amerikanischen Instituts of Electrical Engineers.

Ich stelle den Vorschlag zur Erörterung. Werden Einwendungen erhoben? — Das geschieht nicht. Dann darf ich Ihre Zustimmung feststellen.

Der nächste Punkt der Tagesordnung umfaßt die beiden angekündigten Vorträge. Wir hören zunächst den Vortrag[1]) des Herrn Obering. Kozisek über das Thema: „Über Selbsterregung und deren Verhütung bei Drehstrom-Reihenschlußmotoren". Ich erteile dem Vortragenden das Wort.

(Folgt Vortrag)

Vorsitzender: Ich danke in Ihrem Namen Herrn Kozisek für seine interessanten Mitteilungen. Er hat uns mit einer Störungserscheinung bekannt gemacht, die vielen von uns sicherlich noch fremd war, zumal es Spezialisten auf dem Gebiete der Drehstrommotoren noch nicht in sehr großer Zahl unter uns gibt. Überraschend, erfrischend und erfreulich war die elegante Lösung, mit der die Sorge bei diesen Motoren gehemmt worden ist. Hoffentlich wird sein Appell gute Früchte tragen. Und wenn im nächsten Jahre ein Erfinder auch für die Generatoren eine Lösung bringen wird, werden wir ihn gern auch zu Worte kommen lassen.

Wir kommen dann zum Vortrag des Herrn Obering. Dr. Einsele über: „Spannungsregler für träge Generatoren". Ich bitte Herrn Dr. Einsele, das Wort zu nehmen.

(Folgt Vortrag)

Vorsitzender: Ich danke in Ihrem Namen Herrn Dr. Einsele für den hochinteressanten Vortrag, mit dem er uns in ein recht schwieriges Gebiet elegant und anschaulich eingeführt hat.

[1]) Auszug aus dem Vortrag auf S. 1121 dieses Heftes.



Ich eröffne nun die Besprechung, und zwar zunächst über den ersten Vortrag.

(Besprechung folgt.)

Vorsitzender: Ich schließe die Besprechung und danke den Herren Diskussionsrednern für ihre anregenden Beiträge.

Wir stehen jetzt am Schlusse der Vortragsabende des Winterhalbjahrs. Ich wünsche Ihnen, meine Herren, im Sommer recht gute Erholung.

Damit schließe ich die Sitzung.

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein e. V.

Brandt, Werner Erich, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg;
Kraus, Carl, Ingenieur, Bln.-Karlshorst;
May, Karl, Dipl.-Ing., Bln.-Halensee;
Titze, Friedrich, Direktor, Bln.-Charlottenburg.

Elektrotechnischer Verein.

Der Generalsekretär.

Dr. Schmidt.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Südsachsen, Chemnitz. 15. 10. (Di), 20 h, Hörs. 354 d. Staatl. Akademie für Technik: „Die gittergesteuerten Gleichrichter, ihre Wirkungsweise, techn. Anwendung u. Bedeutung für die Industrie". Dr. Sewig.

VDE, Gau Ostsachsen, Dresden. 17. 10. (Do), 19 h 30 m, T. H. Zeunerbau: 1. „Die Leitungen der Landesenergieversorgung im Landschaftsbild Sachsens" (m. Lichtb.). Dr. G. Lehmann. 2. „Gesichtspunkte des Heimatschutzes für die Beurteilung von Leitungsplanungen" (m. Lichtb.). Dipl.-Ing. Wilhelm.

VDE, Gau Thüringen, Erfurt. 15. 10. (Di), 20 h, Münchner Bürgerbräu: „Neuerungen auf dem Gebiete der öllosen Schalter". Dr.-Ing. Schmitz.

VDE, Gau Hansa, Hamburg. 16. 10. (Mi), 20 h, Techn. Staatslehranstalt.: 1. Aus dem Weltbild der neuzeitl. Physik. 2. Quarzgesteuerte Zeitmesser. Prof. Dr.-Ing. Bock.

VDE, Gau Niedersachsen, Hannover. 15. 10. (Di), 20 h 15 m, T. H.: „Wie lassen sich Mittelspannungs- und Hochspannungsfreileitungen noch wirtschaftlicher und betriebssicherer bauen". Dr.-Ing. Perlick.

VDE, Gau Köln. 18. 10. (Fr), 20 h, Lese-Gesellschaft: „Die Verwendung des Öls in Schaltern und Schaltanlagen". Obering. König.

VDE, Gau Niederrhein, Krefeld. 10. 10. (Do), 20 h 15 m, Gewerbl. Knaben-Berufsschule, Luisenstr. 110: 1. „Auswirkungen der Rohstoff-Frage auf die Gestaltung und Herstellung elektrischer Maschinen und Apparate". Dipl.-Ing. Bobeck. 2. Vorführung des Tonfilms „Forschen und Schaffen".

VDE, Gau Magdeburg. 15. 10. (Di), 20 h 15 m, Festsaal der Ver. Techn. Staatslehranstalten: „Mechanische Gleichrichter in der Meßtechnik". Dipl.-Ing. Fr. Feldner.

VDE, Gau Südbayern, München. 16. 10. (Mi), 20 h, T. H. Hörs. 127: „Verwendung von Aluminium in Schaltanlagen. Erfahrungen im In- und Ausland". Obering. Meiners.

VDE, Gau Nordbayern, Nürnberg. 11. 10. (Fr), 20 h, Vortragssaal der SSW: „Elektrotechnische Betrachtungen über die Sonnenstrahlung und über die Vorgänge auf der Sonne" (m. Lichtb.). Prof. Dr. Stöckel.

VDE, Gau Südsachsen, Stützpunkt Plauen i. V. 15. 10. (Di), 20 h, Ratskeller: „Akute Fragen bei der Verwendung von Aluminium in Hoch- und Niederspannungsnetzen". Obering. Dr.-Ing. Lehmann.

VDE, Gau Saar, Saarbrücken. 11. 10. (Fr), 20 h, Gr. Saal der Handwerkskammer: „Die neueren Leichtmetalle, ihre Anwendung auch hinsichtlich der modernen Rohstoffwirtschaft" (m. Lichtb.). Obering. Wunder.

VDE, Gau Bergisch Land, Wuppertal-Elberfeld. 15. 10. (Di), 20 h, „Saal der Technik": „Das elektrische Drehfeld und seine Anwendung" (m. Vorführ.). Dr.-Ing. M. Clemenz.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Carl Sulzberger †.

Am 9. 9. d. J. starb, wie hier schon kurz berichtet, im Alter von 71 Jahren in Zürich-Zollikon Dr. Carl Sulzberger, Vizepräsident des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins. Er verschied durch Herzschlag bei der Besichtigung des Kraftwerks La Dixence, die der Schweizerische Elektrotechnische Verein bei Gelegenheit seiner diesjährigen Generalversammlung in Zermatt veranstaltete. Auf der Staumauer des Kraftwerks sank Sulzberger seinem neben ihm stehenden Freunde Wyssling in die Arme, um nach wenigen Augenblicken zu verscheiden.

Wie eine Reihe der Pioniere schweizerischer Elektrotechnik kam Dr. Sulzberger von der Physik her zur Technik, in der er zunächst bei Brown, Boveri & Cie. in Baden und später von 1904 bis 1917 bei der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin tätig war. Hier arbeitete er zunächst als Nachfolger Dolivo-Dobrowolskys in der Maschinenfabrik, Brunnenstraße, um dann nach Gründung der AEG-Turbinenfabrik in der Huttenstraße das Amt



Carl Sulzberger †.

des Chefelektrikers derselben zu übernehmen. In der langen Reihe von Jahren dieser Tätigkeit schuf Dr. Sulzberger zusammen mit seinem Landsmann Walter Kieser die Generatoren einer großen Anzahl bedeutender Kraftwerke, deren einwandfreies Arbeiten im Betriebe die sorgfältige und gewissenhafte wissenschaftliche Arbeitsweise Sulzbergers kennzeichnete.

Nach seiner Rückkehr in die Heimat gewann Sulzberger im Schweizerischen Elektrotechnischen Verein maßgebenden Einfluß, wo er die wichtigsten Ämter bekleidete. Er schuf das „Qualitätszeichen des SEV", mit welchem das vorschriftsmäßige Hausinstallationsmaterial, an dessen Verbesserung er erfolgreich beteiligt war, versehen wird; auch die zugehörige technisch und finanziell mächtig gewordene Organisation ist sein Werk. Er vertrat den SEV in allen internationalen Konferenzen und wurde dadurch in weiten Kreisen bekannt. Hierbei bezeigte er eine große Anhänglichkeit an die ihm früher nahestehenden elektrotechnischen Kreise Berlins, in denen er stets ein gern gesehener Gast war. Er pflegte die Beziehungen zwischen dem schweizerischen und deutschen Verein, vertrat die Schweiz im Hauptausschuß des Elektrotechnischen Vereins und wurde bei dem 50jährigen Jubiläum des letzteren zu seinem Korrespondierenden Mitglied ernannt. Mit herzlicher Dankbarkeit werden die deutschen Elektrotechniker dem aufrechten und hervorragenden Mann ein ehrendes Andenken bewahren. *e*

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 4. Oktober 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 17. Oktober 1935 | Heft 42

Stromrichter für Hochstromanlagen.

Von K. Baudisch und W. Leukert, Berlin.

621. 314. 652. 022 : 621. 357. 2

Übersicht. Betriebsbedingungen in Hochstromanlagen, insbesondere für Elektrolysen. — Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit verschiedener Umformerarten. — Wirtschaftliche Regelmöglichkeit bei Großstromrichteranlagen, gemeinsame und Einzelregelung parallel arbeitender Gefäße durch Gittersteuerung. — Wahl der Stromrichter-Transformator-Schaltungen, Blindleistungskompensation. — Gesamtanordnung der Stromrichteranlage. — Ausführungsbeispiel einer Anlage für 80 000 A, 550 V, mit selbsttätiger Stromregelung.

Neben den elektrischen Bahnen, die mit Gleichstrom arbeiten, ist die chemische Industrie der wichtigste Verbraucher von Gleichstromenergie. Sie benötigt den Gleichstrom für die verschiedensten elektrolytischen Prozesse, besonders für die Aluminium-, Magnesium-, Zink-, Wasserstoff- und Chlor-Alkali-Elektrolyse. Da, von Ausnahmefällen abgesehen, Kraftwerke mit Gleichstromgeneratoren nicht zur Verfügung stehen, muß der für die Elektrolyse erforderliche Gleichstrom aus Drehstromnetzen umgeformt werden. Noch vor wenigen Jahren standen für die Versorgung von Großelektrolysen Motorgeneratoren und Einankerumformer im Vordergrund des Interesses, einerseits weil sie infolge ihrer langjährigen Entwicklung und Erprobung im praktischen Betrieb die erforderliche Betriebssicherheit hatten, anderseits weil bei den für die Elektrolyseanlagen gewählten Spannungen wirtschaftlichere Umformerarten nicht zur Verfügung standen. Bei dem für das Anfahren der Elektrolysebäder geforderten weiten Regelbereich kamen vorwiegend Motorgeneratoren zur Verwendung, die ein stetiges Herabregeln der Bäder bei Regelbereichen bis 1 : 10 und mehr ohne weiteres zuließen. Einankerumformer, die wesentlich günstigere Wirkungsgrade aufweisen als Motorgeneratoren, konnte man bei verschiedenen Elektrolysen nur dann verwenden, wenn Motorgeneratoren zum Hochfahren der Bäder noch nebenbei oder als Reserve zur Verfügung standen. Mit der Schaffung der Quecksilberdampfgleichrichter, die sich zuerst im Bahnbetrieb eingeführt haben, konnte man daran denken, auch diese ruhenden Gleichstromumformer für die Versorgung von Elektrolysen heranzuziehen. Da Elektrolysen, insbesondere wenn es sich um Schmelzflußelektrolysen für Aluminium- und Magnesiumgewinnung handelt, eine unbedingte Betriebssicherheit der Umformer voraussetzen, entstanden beim Stromrichter hinsichtlich der Betriebssicherheit zunächst Bedenken, da die Betriebsbedingungen der Gleichrichter bei der Versorgung von Anlagen für chemische Dauerbetriebe ganz anders sind als etwa bei der Versorgung von Bahnen. So arbeiten Stromrichter für Bahnbetrieb mit wechselnder Last und sind nur wenige Stunden am Tage vollbelastet, während Elektrolysestromrichter dauernd vollbelastet sind, also unter wesentlich schwereren Betriebsbedingungen arbeiten. Bei Großelektrolysen ist weiter meist eine Anzahl von Gefäßen auf ein Bad parallel geschaltet, so daß sich die in der ersten Entwicklungszeit der Gleichrichter auftretenden Rückzündungen bei einer Zusammenballung der Gefäßleistungen viel schwerer auswirken mußten als beim Parallelbetrieb weniger Gefäße. Erschwerend kommt für den chemischen Betrieb noch dazu, daß von dem Umformer die schon erwähnte weite Regelbarkeit gefordert werden muß, die sich beim ungesteuerten Gleichrichter nur mit kostspieligen Stufenschaltern und dabei noch nicht einmal mit der nötigen Feinstufigkeit erfüllen läßt. Diese Sachlage änderte sich mit einem Schlage, als es gelang, Großstromrichter mit der Gittersteuerung beliebig feinstufig zu regeln und vor allen Dingen mit Hilfe der Gitter einen wirksamen Kurzschlußschutz zu schaffen. Dadurch wurden die Bedenken hinsichtlich der Betriebssicherheit von Großstromrichtern für chemischen Dauerbetrieb beseitigt, und gleichzeitig wurde die Frage der Regelbarkeit in überraschend einfacher Weise gelöst.

Die elektrochemische Industrie erkannte, daß eine wesentliche Senkung der Stromkosten für Elektrolysen unter Verwendung von umlaufenden Umformern kaum mehr möglich war, daß dagegen die Verwendung von Stromrichtern für höhere Spannungen einen aussichtsreichen Weg bot, um den sehr erheblichen Anteil, den die Stromkosten bei elektrolytischen Prozessen ausmachen, zu senken, da die Wirkungsgrade der Stromrichter mit wachsender Betriebsspannung verhältnismäßig rasch steigen. So sind Zink- und Chlorelektrolysen für Spannungen bis 800 V im Betrieb. Ebenso ist man bei Wasserstoffelektrolysen über Spannungen von 500 V hinausgegangen. Auch Schmelzflußelektrolysen, wie z. B. für Aluminium, sind für eine Betriebsspannung von 850 V im Bau. Bei diesen Spannungen ist der Stromrichter allen anderen Umformerarten schon weit überlegen. Beim Übergang auf Spannungen von über 1000 V werden Wirkungsgrade von 97 % überschritten, also Werte, mit denen man vor wenigen Jahren nur Transformatoren ausführen konnte. Die Entwicklung der allerletzten Zeit beweist durch die Erstellung einer Reihe von Großanlagen mit gesteuerten Stromrichtern, daß dieser für Elektrolysen höherer Spannung zum beherrschenden Umformer für die elektrochemische Industrie geworden ist und daß der Stromrichter bei seinem heutigen hohen Entwicklungsstand befähigt ist, Elektrolyseanlagen jeder beliebigen Größe zu versorgen.

Über die Gründe, die für die umfangreiche Anwendung der Stromrichter für Großelektrolysen maßgebend waren, über den Aufbau von Stromrichteranlagen und die in einigen ausgeführten Anlagen gemachten Erfahrungen soll im nachstehenden berichtet werden.

Über die Wirtschaftlichkeit von Großstromrichteranlagen.

Da der Stromrichter und der Motorgenerator die gleichen Betriebsbedingungen hinsichtlich des Anfahrvorganges und der Regelung erfüllen, sollen nur diese beiden Umformer in den Bereich der wirtschaftlichen Betrachtungen gezogen werden, obgleich auch Einankerumformer in

Verbindung mit besonderen Anlaßgruppen zur Versorgung von Elektrolyseanlagen verwendet werden.

Für die gebräuchlichen Elektrolysespannungen von 550 und 800 V sind in Abb. 1 die Wirkungsgrade bei konstantem Gleichstrom in Abhängigkeit von der geregelten Gleichspannung dargestellt. Während bei 550 V der Wirkungsgrad des Stromrichters etwa eine Prozenteinheit besser ist als der eines Motorgenerators, ist bei 800 V schon

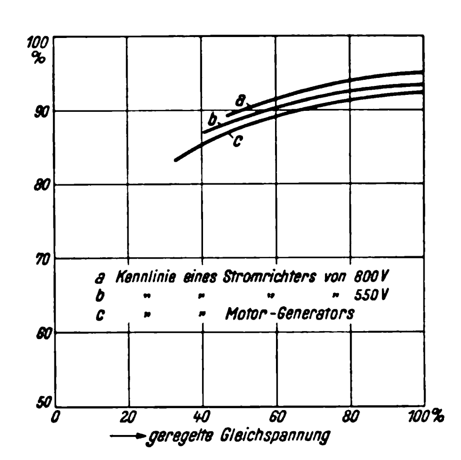


Abb. 1. Wirkungsgrade bei konstantem Gleichstrom und verschiedener Gleichspannung.

eine Verbesserung um 2½ Prozenteinheiten vorhanden. Noch deutlicher wird die Überlegenheit des Stromrichters, wenn man die Teillastwirkungsgrade betrachtet, die in Abb. 2 dargestellt sind. Bei Teillast wird der Wirkungsgrad des Stromrichters sogar günstiger, da die Lichtbogenabfälle bei verringertem Strom kleiner werden, während beim Motorgenerator die praktisch gleichbleibenden Eisen- und Reibungsverluste eine weitgehende Verschlechterung des Wirkungsgrades bei Teillast bedingen.

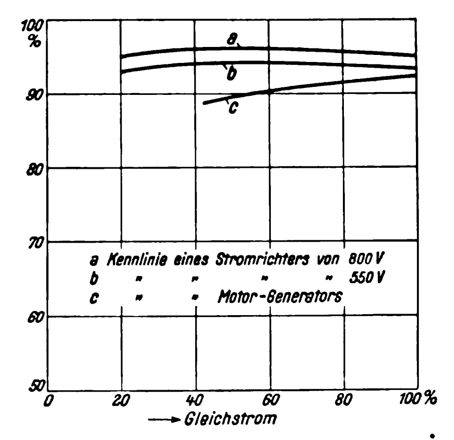


Abb. 2. Wirkungsgrade bei konstanter Gleichspannung und verschiedenen Strömen.

Dem Vergleich in Abb. 1 und 2 sind Stromrichter und Motorgeneratoren neuester Ausführung zugrunde gelegt, wobei sämtliche Verluste zwischen Hochspannungsklemme und Gleichstromschiene nach dem indirekten Verfahren erfaßt sind.

Wirtschaftliche Regelmöglichkeiten bei Großstromrichteranlagen. Während man zum normalen Betrieb elektrolytischer Bäder mit einem Spannungsregelbereich von 10 bis 20 % auskommt, der für die Ausregelung von Netzspannungsschwankungen und Stromschwankungen bzw. für den Betrieb bei Zellenauswechselung erforderlich ist, genügt dieser Regelbereich keineswegs zum Hochfahren neuer Bäder, wo Regelbereiche von 1 : 10 und mehr gefordert werden. Für den normalen Betrieb von Elektrolysen mit einem begrenzten Regelbereich von 10 bis 20 % ist es durchaus möglich, mit einer Stufenregelung, wie sie bei Einankerumformern oder bei ungesteuerten Gleichrichtern erforderlich war, zu arbeiten, wenn auch schwerfällige und kostspielige Regeleinrichtungen hierzu nötig waren. Für das Anfahren dagegen waren ungesteuerte Gleichrichter ebenso wie die Einankerumformer in den meisten Fällen ungeeignet.

Die Einführung der Gittersteuerung schuf die Grundlage, den ganzen Regelbereich einer Elektrolyse stufenlos zu bestreichen. Allerdings wird diese einfache Regelmöglichkeit besonders bei Anlagen großer Leistung dadurch eingeschränkt, daß mit der Herabregelung der Gleichspannung der Leistungsfaktor proportional sinkt. Es ist aus diesem Grunde erforderlich, Maßnahmen zu treffen, die bei tiefer Aussteuerung der Stromrichter den erhöhten Blindleistungsbedarf verringern. Aus wirtschaftlichen Überlegungen muß das günstigste Verfahren zur Verbesserung des Leistungsfaktors ermittelt werden. Man kann bei gewissen Elektrolysen zu einer kombinierten Steuerung greifen, bei der eine Grobregelung der Badspannungen mit Hilfe von Transformatoranzapfungen erfolgt und die Feinregelung der Gittersteuerung überlassen wird. Diese kombinierte Regelung ist besonders dann vorteilhaft auszuführen, wenn der Betrieb der Elektrolyse eine kurzzeitige Stromunterbrechung gestattet, so daß man die Transformatorumstellung im stromlosen Zustand mit entsprechend gering beanspruchten Umschaltern bewerkstelligen kann. Ist eine solche kurzzeitige Stromunterbrechung nicht zulässig, so müssen Lastschalter mit einer großen Stufenzahl vorgesehen werden, da sonst die Schaltleistung je Stufe bei Großelektrolysen über das zulässige Maß hinausgehen würde. Die Regelung erfordert schwierige Transformatoren mit vielen Anzapfungen und zusätzlichen Regeleinrichtungen.

Die Technik hat aber in der Zwischenzeit im Starkstromkondensator ein Mittel zur Leistungsfaktorverbesserung geschaffen, das auch für bestimmte Elektrolysen vorteilhaft angewendet werden kann und die Beherrschung des gesamten Regelbereiches nur durch Gittersteuerung gestattet, ohne daß der Leistungsfaktor unter einen vorgeschriebenen Wert im betriebsmäßigen Regelbereich zu sinken braucht. In diesem Falle bietet die Gittersteuerung den Vorteil des stufenlosen Hochfahrens der Bäder und eine besonders einfache Lösung für die selbsttätige Stromregelung im Betriebsbereich.

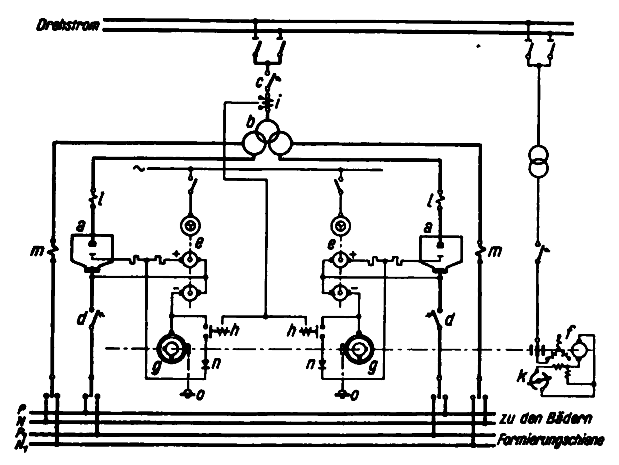
Grundschaltung und Gittersteuerung.

Bei dem heutigen Stande der Stromrichtertechnik beträgt für Elektrolysen die höchste zulässige Stromstärke je Gefäß etwa 8000 A. Auf Gefäße für noch größere Stromstärken geht man schon mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit nicht über, da im allgemeinen mit zunehmender Gefäßgröße auch der Lichtbogenabfall größer wird. Die bei Hochstromanlagen erforderlichen großen Stromstärken beherrscht man durch Parallelschalten von mehreren Gefäßen.

Eine der gebräuchlichsten Grundschaltungen, die bei den meisten Anordnungen für Elektrolyseanlagen verwendet wird, ist in der Abb. 3 dargestellt. Die beiden Großstromrichter *a* sind an die beiden Sekundärwicklungen eines gemeinsamen Transformators *b* angeschlossen, der über einen Leistungsschalter *c* und Trennschalter an einem Doppelsammelschienensystem liegt. Auf die Transformatorschaltungen, für die verschiedene Gesichtspunkte maßgebend sind, soll später eingegangen werden. Die Stromrichter arbeiten in Sechsphasenschaltung, wobei mit Rücksicht auf die hohen Stromstärken meistens zwei oder drei Anoden parallel geschaltet sind, so daß die Gefäße 12 oder 18 Anoden besitzen. Die Steuerung der Zündung der einzelnen Anoden mit Hilfe der zugehörigen Gitter muß sowohl für jedes einzelne Gefäß als auch für alle parallel arbeitenden mit der größtmöglichen Genauigkeit erfolgen, da durch eine ungenaue Steuerung die Glättungseinrichtungen und einzelne Anoden stark überlastet werden



können. Die Gittersteuerung muß es außerdem ermöglichen, alle Stromrichter gemeinsam synchron und jeden allein zu regeln. Die Einzelregelung ist erforderlich, um auch im Betrieb befindliche Gruppen abzuschalten oder eine Reservegruppe zuzuschalten und die Lastverteilung auf die einzelnen Gefäße zu ermöglichen. Hierfür sind verschiedene Gittersteuermöglichkeiten bekannt geworden, sowohl solche mit umlaufendem Steuergerät als auch solche mit ruhenden Gittersteuereinrichtungen.



a Stromrichter
b Stromrichtertransformator
c Expansionsschalter
d Schnellschalter
e Motorgenerator für Sperr- und Zündspannung
f Synchronmotor
g Kontaktscheibe
h Schnellrelais
i Stromwandler
k Umkehrregler
l Parallelschaltdrosseln
m Glättungsdrosseln
n Trockengleichrichter
o Handregler

Abb. 3. Grundschaltung einer Stromrichtergruppe.

In Abb. 3 ist die grundsätzliche Anordnung einer Gleichrichtergruppe mit umlaufenden Kommutatoren zur Gittersteuerung dargestellt, und es ist ohne weiteres klar, daß für eine Gruppe von zwei bis acht oder mehr Stromrichtern sich ein völlig synchroner Betrieb der einzelnen Gefäße ergibt, wenn man die Kommutatoren *g* auf einer gemeinsamen Welle anordnet, die man durch einen Synchronmotor *f* antreibt. Dieser Synchronmotor wird zweckmäßig mit zwei aufeinander senkrecht stehenden Erregungen ausgerüstet, um durch Regelung des Erregerstromes in einer Achse auf einfache und eindeutige Weise den Zündpunkt der Stromrichter verschieben und damit die abgegebene Gleichspannung regeln zu können[1]). Die Gittersteuerung selbst ist so ausgeführt, daß für die Bereitstellung der positiven Zündspannung und der negativen Sperrspannung zwei getrennte Gleichstromgeneratoren *e* verwendet werden, wobei die positive Zündspannung immer dann an die Gitter gelegt wird, wenn über die Bürste, die auf dem Kommutator schleift, die Verbindung des Gitters mit der negativen Sperrspannungsquelle über den Kommutator aufgehoben ist. Während der Sperrzeit der Anode wird das Gitter über einen Widerstand geringerer Ohmzahl und die Bürste am Kommutator mit dem Minuspol der Sperrspannungsmaschine verbunden; die positive Zündspannung kommt über den hochohmigen Widerstand nicht zur Wirkung. Die Regelung des Zündzeitpunktes erfolgt für alle Gefäße gemeinsam durch Veränderung der Erregung des Synchronmotors oder für jedes Gefäß getrennt durch mechanisches Verdrehen der Bürstenbrücken.

Beim Auftreten eines Überstromes auf der Gleich- oder Wechselstromseite werden über einen Stromwandler *i* die Schnellrelais *h* erregt, die die negative Sperrspannung unter Umgehung des Kommutators unmittelbar an die Gitter legen und damit beim Eintreten einer Störung den Stromdurchgang durch die Gefäße sperren. Die angedeuteten Trockengleichrichter *n* im Schnellrelaiskreis sind erforderlich, um die Minusspannung auf die einzelnen Anoden aufteilen zu können, ohne eine entsprechende Anzahl Kontakte am Schnellrelais zu benötigen.

Zum Schutz jedes Stromrichters ist außerdem im Gleichstromkreis noch ein Schnellschalter vorgesehen, um gegen alle Störungen gesichert zu sein. Dieser Schnellschalter wird überall dort am Platze sein, wo eine große Anzahl von Stromrichtern auf die gleiche Bädergruppe arbeitet, denn die Kurzschlußströme, die bei solchen Anlagen auftreten können, sind so groß, daß die einzelnen Apparate möglichst vor den mechanischen Beanspruchungen durch die Kurzschlußströme bewahrt werden sollen. Man muß deshalb durch Verwendung von mehreren Schutzeinrichtungen dafür sorgen, daß auch im ungünstigsten Falle der Kurzschlußstrom abgeschaltet wird, bevor er seinen Höchstwert erreicht hat. *(Schluß folgt.)*

[1]) Baudisch, Siemens-Z. 13 (1933) S. 267.

Erwärmung von Schiebewiderständen.

Von Dr.-Ing. **Franz Moeller**, Berlin.

621. 316. 82. 017. 7

Übersicht. Durch eine Anzahl von Versuchsreihen soll die Beeinflussung der Temperatur von Rohr-Schiebewiderständen durch verschiedene bauliche Ausführungen und verschiedene Bedingungen des Gebrauchs untersucht werden, um daraus Anhaltspunkte für die richtige Wahl der zulässigen Belastung zu erhalten.

Zu den wichtigeren Geräten, die in elektrotechnischen Laboratorien, Prüf- und Versuchsfeldern ständig gebraucht werden, gehören die Regelwiderstände aller Art, unter denen bei kleineren Regelleistungen die Schiebewiderstände vorherrschen. Je verschiedenartiger die Ströme und Spannungen sind, mit denen gearbeitet werden muß, desto größer ist die Zahl der erforderlichen Widerstände, so daß man meist auch verschiedene Fabrikate hat. Wie Zahlentafel 1 zeigt, sind die Bemessungsgrundsätze der Hersteller, besonders in der Wahl der Nennbelastungen, so verschieden, daß sich bei der Benutzung der Widerstände und auch bei deren Beschaffung Mißstände ergeben, die eine richtige Verwendung und Ausnutzung erschweren, wenn nicht unmöglich machen. Es ist daher sehr zu begrüßen, daß die Angaben der Hersteller nach einer Mitteilung von Prof. Keinath[1]) fortan einheitlicher sein sollen. Zunächst sind allerdings nur die zulässigen Belastungen in W/cm² Rohroberfläche unter Annahme des ungünstigsten Falles festgelegt. Es wäre zu wünschen, daß man hierbei nicht stehenbleibt, sondern die auch in der genannten Mitteilung angedeuteten starken Unterschiede in der Bauweise und Verwendungsart berücksichtigt, um einerseits gegen zu hohe, schädigende oder die Benutzbarkeit beeinträchtigende Belastungen gesichert zu sein, anderseits die Widerstände aber auch jeweils voll ausnutzen zu können.

Die Grenzen der Belastbarkeit werden in der Hauptsache bestimmt durch die Wärmebeanspruchung des Rohres selbst und der anliegenden Bauteile des Widerstandes,

[1]) ETZ 56 (1935) H. 5, S. 99.



Zahlentafel 1. Schiebewiderstände verschiedener Hersteller, nach der Größe der Oberfläche (gleich Länge mal Außenumfang des Rohres bzw. Drahtbelages) geordnet. Alle Angaben gelten für ein Rohr.

lfde. Nr.	Zahl der Rohre	Nennwerte			Rohrdurchm.*)		Rohr		Drahtbelag		Nennbelastung	
		Widerstand Ω	Strom A	Leistung W	außen mm	innen mm	Länge mm	Oberfl. cm²	Länge mm	Oberfl. cm²	Rohr W/cm²	Drahtbel. W/cm²
1	1	5,4	6,5	228	31	16	187	184	146	150	1,24	1,52
2	1	1900	0,3	171	31	16	287	280	247	240	0,61	0,71
3	1	3,4	12,0	488	41	23	285	370	244	335	1,31	1,46
4	1	430	—	—	55	34	320	550	249	445	—	—
5	2	240	1,5	540	61	39	282	540	230	450	1,00	1,20
6	2	44	5,0	1100	61	39	380	725	330	650	1,52	1,69
7	1	16,5	3,6	214	57	34	473	845	403	745	0,25	0,29
8	2	31	6,5	1310	61	39	480	920	430	860	1,42	1,52

*) Mittlerer Durchmesser des etwa elliptischen Querschnitts.

ferner durch die am Griff des Gleitkontaktes auftretenden Temperaturen, die so niedrig sein müssen, daß der Griff zur Bedienung noch angefaßt werden kann, und schließlich durch die Wärmestrahlung nach der Unterlage und anderen benachbarten Gegenständen, die nicht beschädigt werden dürfen. Wie hoch die Wärmebeanspruchung der einzelnen Teile des Widerstandes sein darf, ist besonders eine Frage der Werkstoffauswahl und der Haltbarkeit des Widerstandes. Welche Temperaturen am Griff noch erträglich sind, hängt sehr von dem Benutzer ab, da verschiedene Personen auch verschieden temperaturempfindlich sind. Zur Untersuchung der zulässigen Temperatur mit Rücksicht auf die Unterlage wird mit Holz zu rechnen sein, um das es sich jedenfalls sehr häufig handelt (Tischplatten).

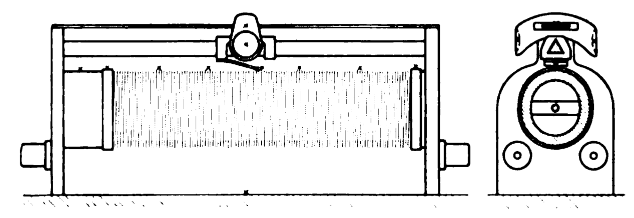


Abb. 1. Meßstellen an Schiebewiderständen (durch Kreuze angedeutet).

Um für die Lösung dieser Fragen Unterlagen zu erhalten, wurden an den acht Schiebewiderständen der Zahlentafel 1 insgesamt über 120 Erwärmungsversuche durchgeführt, bei denen jeweils an mehreren Stellen des Widerstandes, und zwar an Rohr, Griff und Unterlage die Temperaturen gemessen wurden. Die hierzu benutzten Kupfer-Konstantan-Thermoelemente in Bandform wurden ohne besondere wärmeisolierende Abdeckung auf die Oberfläche aufgepreßt bzw. auf die Unterlage aufgelegt. Die Breite der Metallbänder betrug 5 mm, die Dicke je 0,1 mm. Alle gemessenen Temperaturwerte sind daher Übertemperaturen und im folgenden auch stets als solche angegeben. Die Widerstände bestanden nach Abb. 1 aus einem Isolierrohr und schraubenförmig aufgewickeltem Widerstandsdraht.

Die ungefähre Lage der Meßstellen bei den Versuchen geht aus Abb. 1 hervor. Vorversuche ergaben, daß die Temperatur-Zeitkonstante zwischen etwa 6 und 10 min liegt; jeder Versuch wurde daher über 50 bis 60 min ausgedehnt, so daß jedenfalls immer die Endtemperatur erreicht war. Die Höchst- und Mittelwerte der Rohrtemperaturen sind jeweils aus der Kurve des Temperaturverlaufs ermittelt. Die Mittelwerte sind auf die Länge des Drahtbelages, nicht des ganzen Rohres bezogen. Abb. 2 zeigt als Beispiel Meßwerte und Kurven für ein Versuchspaar bei waagerechter und senkrechter Achsenlage desselben Schiebewiderstandes unter sonst gleichen Verhältnissen. Bei waagerechter Lage ist hier die Höchsttemperatur $\vartheta_h = 156\,°$, die Mitteltemperatur $\vartheta_m = 137\,°$, bei senkrechter Lage $\vartheta_h = 134\,°$ und $\vartheta_m = 114\,°$. Die Kurven zeigen bereits, daß bei senkrechter Gebrauchslage merklich höhere Belastungen zulässig sind. Mit Ausnahme der nachstehend unter 8. genannten Versuche war stets der ganze Drahtbelag stromdurchflossen.

Die Untersuchung erstreckte sich auf die Ermittlung des Einflusses 1. der Lage (waagerecht und senkrecht), 2. der Abdeckung des Rohres durch gelochtes Blech, 3. der Zusatzheizung durch ein Nachbarrohr (Doppelschiebewiderstände), 4. der Rohrlänge, 5. des Rohrdurchmessers und 6. der Abdeckung der Rohrbohrung an den Enden. Außerdem wurden 7. einige Kurven der erreichten Temperaturen in Abhängigkeit von der spezifischen Belastung aufgenommen, und 8. wurde der Temperaturverlauf bei verschiedener Stellung des Gleitschiebers und entsprechend verschiedenen Belastungen des stromdurchflossenen Rohrteiles für einen Fall ermittelt.

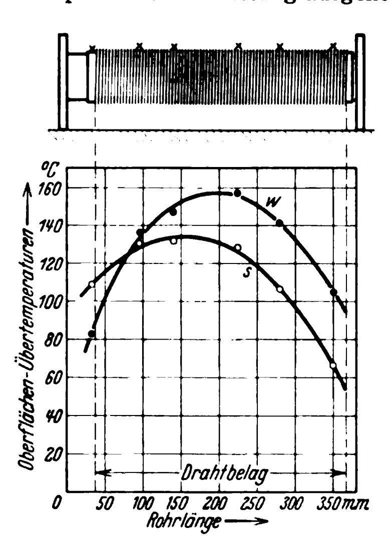


Abb. 2. Temperaturverlauf am Rohr Nr. 6 in waagerechter (w) und senkrechter (s) Lage, mit Abdeckung, mit normalen, offenen Rohrenden, bei 0,25 W/cm² spezifischer Belastung des Drahtbelags, ohne Zusatzheizung durch das 2. Rohr.

1. Die Einflüsse zu 1. bis 4. sind an den drei Doppelschiebewiderständen Nr. 5, 6 und 8 der Zahlentafel 1 ermittelt, die gleichen Durchmesser, aber verschiedene Länge haben. Die spez. Belastung betrug durchweg 0,25 W/cm² des Drahtbelages; die Rohrenden hatten ihre normale Befestigungsarmatur. An jedem Widerstand wurden acht Versuche durchgeführt: waagerecht und senkrecht, mit und ohne Blechabdeckung, mit und ohne zweites Rohr. Gemessen sind die Temperaturen am Rohr, am Bedienungsgriff und auf der Unterlage. Zahlentafel 2 zeigt die erhaltenen Rohrtemperaturen. Der niedrigste gemessene

Zahlentafel 2. Übertemperaturen an den Rohren Nr. 5, 6 und 8 bei einer spez. Belastung von 0,25 W/cm² des Drahtbelages.

Lage	Blech-abdeckung	Rohr-zahl	Höchsttemp. ϑ_h an Rohr			Mitteltemp. ϑ_m an Rohr		
			5	6	8	5	6	8
waager.	ohne	1	147°	149°	150°	127°	128°	139°
„	„	2	148°	152°	153°	128°	130°	141°
„	mit	1	150°	154°	156°	134°	135°	140°
„	„	2	154°	160°	163°	137°	137°	148°
senkr.	ohne	1	116°	129°	135°	104°	110°	116°
„	„	2	128°	133°	138°	110°	115°	120°
„	mit	1	120°	135°	152°	101°	114°	124°
„	„	2	132°	135°	153°	113°	115°	126°



Wert mit 116 bzw. 104 ° (am kürzesten Rohr, senkrecht, ohne Abdeckung, nur ein Rohr geheizt) verhält sich zum größten Wert mit 163 bzw. 148 ° (am längsten Rohr, waagerecht, mit Abdeckung, beide Rohre geheizt) rund wie 1 : 1,4. Im einzelnen ergibt sich für den Einfluß der Lage aus den Mittelwerten der ersten 12 Versuche und den zweiten 12 Versuchen, daß bei waagerechter Lage die Höchsttemperaturen knapp 15 %, die Mitteltemperaturen knapp 20 % höher als bei senkrechter Lage sind. Die Kühlung im Rohrinnern würde also bei senkrechter Verwendung im Mittel eine um 15 % höhere Belastung zulässig erscheinen lassen. Für die Temperaturen auf der Unterlage (Tischplatte bzw. Wand) erhält man etwa denselben Wert von 15 %. Am Griff hingegen beträgt die Temperatur bei senkrechter Lage nur einen Bruchteil, nämlich knapp 30 % des Wertes für waagerechte Lage. Die Bedienung wird also bei senkrechter Verwendung von Schiebewiderständen außerordentlich erleichtert.

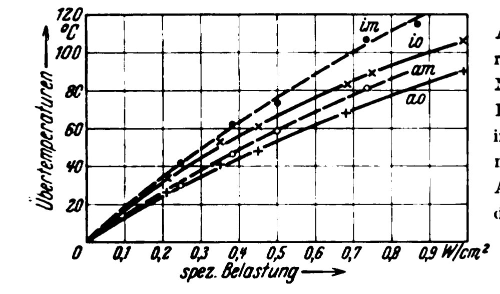


Abb. 3. Übertemperaturen am Rohr Nr. 6 in waagerechter Lage, außen (*a*) und innen (*i*) am Griff, mit (*m*) und ohne (*o*) Abdeckhaube. Lage der Meßstellen nach Abb. 1 rechts.

2. Die Blechabdeckung des Rohres — zum Berührungsschutz in der üblichen Weise aus gelochtem Blech bestehend — beeinflußt die Rohrtemperaturen nur wenig. Aus den Mittelwerten der in Zahlentafel 2 enthaltenen Temperaturen ergibt sich, daß die Höchst- und Mitteltemperaturen des Rohres bei aufgesetzter Abdeckung im allgemeinen noch nicht 5 % über denen bei fehlender Blechabdeckung liegen. Ähnliches gilt für die Temperaturen der Unterlage. Die Zusatzstrahlung von dem mitgeheizten Abdeckblech her verursacht zusammen mit der höheren Rohrtemperatur eine Zusatzerwärmung von etwa 8 %. Die Temperaturen des Bedienungsgriffes werden bei senkrechter Lage des Rohres nicht beeinflußt. Bei waagerechter Lage bewirkt die durch die Form der Abdeckbleche bedingte Zusammenfassung des Warmluftstromes am Griff eine Zusatzheizung zwischen etwa 10 und 25 %. Die starke Verschiedenheit ist durch die abweichende Ausführung von Griff und Haube bei den verschiedenen Widerständen bedingt. Abb. 3 zeigt den Verlauf der Grifftemperaturen an den in Abb. 1 rechts gekennzeichneten Stellen für ein bestimmtes Rohr bei verschiedenen Belastungen.

3. Auch der Einfluß der Zusatzheizung durch das zweite Rohr ist bei den Rohrtemperaturen nur gering. Er beträgt nach Zahlentafel 2 bei den Höchst- und Mitteltemperaturen im Mittel noch nicht 4 %. Erheblicher ist wieder die Beeinflussung der Temperaturen von Unterlage und Bedienungsgriff bei senkrechter Rohrlage; für die Unterlage ergibt sich ein Mittelwert von etwa 35 %, für den Bedienungsgriff von etwa 50 % bei eingeschaltetem zweiten Rohr. Allgemein war der Unterschied bei den Versuchen mit Abdeckhaube nicht so groß, da ein Teil der Rohrstrahlung von der Abdeckhaube abgefangen wird. Bei waagerechter Rohrlage beträgt der Einfluß auf die ja an sich höheren Temperaturen von Unterlage und Bedienungsgriff etwa 5 bis 10 %.

4. Für die Bestimmung des Einflusses der Rohrlänge wurden wieder die Versuchsreihen aus Zahlentafel 2 herangezogen. Abb. 4 gibt die Mittelwerte der Höchsttemperaturen des Rohres, ferner die bei den gleichen Versuchen gemessenen Grifftemperaturen (innen gemessen) und die Temperaturen der 37 mm unter dem Rohr liegenden Unterlage ebenfalls im Mittelwert wieder. Bei dem ungleichen Verlauf der Temperaturen bei senkrechter und waagerechter Gebrauchslage sind für beide Fälle getrennte Kurven gezeichnet, so daß Abb. 4 den bereits früher unter 1. besprochenen Einfluß der Lage nun auch bei verschiedenen Rohrlängen erkennen läßt. Bei dem großen Unterschied in den handelsüblichen Rohrlängen (von weniger als 100 mm bis etwa 500 mm) sind die Temperaturunterschiede besonders bei senkrechter Gebrauchslage doch beträchtlich.

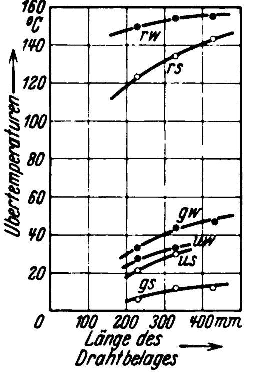


Abb. 4. Mittlere Höchsttemperaturen von Rohr (*r*), Bedienungsgriff (*g*) und Unterlage (*u*) bei waagerechter (*w*) und senkrechter (*s*) Lage für die Rohre Nr. 5, 6 und 8 bei 0,25 W/cm² spez. Belastung.

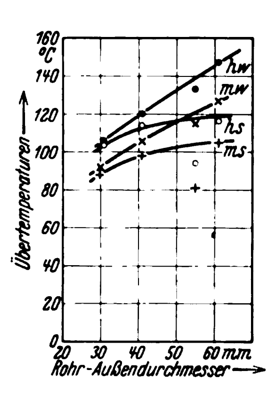


Abb. 5. Rohr-Mittel- und -Höchsttemperaturen (*m* und *h*) bei waagerechter (*w*) und senkrechter (*s*) Lage bei 0,25 W/cm² spez. Belastung an Rohr Nr. 2 bis 5.

5. Der Einfluß des Rohrdurchmessers wurde an den Rohren Nr. 2 bis 5 untersucht, die etwa gleiche Längen des Drahtbelages zwischen 230 und 250 mm haben. Das Ergebnis der Versuche, die sämtlich an einem Rohr ohne Abdeckhaube und bei 0,25 W/cm² Drahtbelag ausgeführt wurden, ist in Abb. 5 für die Höchst- und Mitteltemperaturen des Rohres dargestellt. Auffällig ist zunächst, daß die Meßwerte des Rohres Nr. 4 mit 55 mm Dmr. bei waagerechter Lage merklich, bei senkrechter Lage erheblich niedriger liegen. Der Grund ist die gänzlich abweichende Bauart dieses Widerstandes. Während die anderen drei Widerstände im wesentlichen dieselbe, aus Abb. 1 hervorgehende Bauart haben, hat Rohr Nr. 4 zunächst eine verhältnismäßig größere Rohrlänge (320 mm gegenüber 282 bis 287 mm der anderen) bei etwa gleicher Länge des Drahtbelages, so daß die Kühlung an den Enden schon bei waagerechter Lage besser ist. Außerdem sind die seitlichen Böcke im Gegensatz zu Abb. 1 so geformt, daß die Luft sowohl außen wie innen am Rohr glatt vorbeistreichen kann. Wir kommen hierauf nachher unter 6. noch zurück. Bemerkenswert ist an den Kurven der Abb. 5 weiter, daß die Werte für waagerechte und senkrechte Lage sich nach den kleineren Rohrdurchmessern zu sehr nähern. Es kann vermutet werden, daß äußerst enge Rohre in senkrechter Lage sogar schlechter kühlen als in waagerechter. Die üblichen Rohrdurchmesser liegen jedoch über 30 mm.

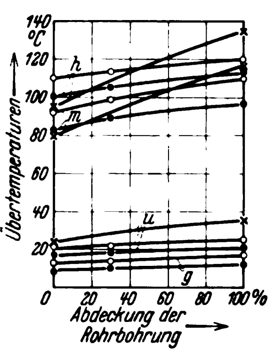


Abb. 6. Rohr-Mittel- und -Höchsttemperaturen (*m* und *h*), Temperaturen von Bedienungsgriff (*g*) und Unterlage (*u*) bei senkrechter Lage, bei 0,25 W/cm² an den Rohren Nr. 2 (●), 3 (○) und 4 (×).

6. Die stark herausfallenden Werte für Rohr Nr. 4 in Abb. 5 veranlaßten, den Einfluß einer teilweisen oder völligen Abdeckung der Enden der Rohrbohrung bei senkrechter Lage zu untersuchen. Von den hierzu benutzten Rohren Nr. 2, 3 und 4 mit praktisch gleicher Länge

des Drahtbelages, aber verschiedenem Durchmesser haben die Nr. 2 und 3 an den Enden eine Armatur, die bei beiden Rohren gerade ein Drittel der Bohrung abdeckt. Bei diesen Rohren wurde bei wieder 0,25 W/cm² je eine Messung bei offenem Rohrende ohne Armatur, dann mit Armatur und schließlich mit ganz abgedeckter Öffnung der Rohrbohrung gemacht. Bei Rohr Nr. 4 wurde nur der erste und letzte Versuch durchgeführt. Bei den Meßwerten in Abb. 6 gelten die Punkte für Rohr Nr. 2, die Kreise für Rohr Nr. 3 und die Kreuze für Rohr Nr. 4. Der Einfluß ist bei Rohr Nr. 4 erheblich größer als bei den beiden anderen. Im ganzen betragen die Unterschiede zwischen ganz offenem und ganz geschlossenem Rohr an allen Meßstellen zwischen etwa 15 und 50 %. Es zeigt sich also, wie sehr durch bauliche Maßnahmen gerade hier die Kühlung verschlechtert oder verbessert werden kann.

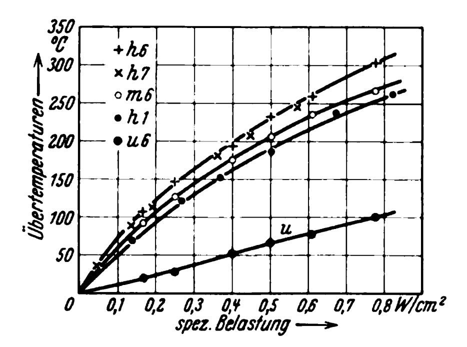


Abb. 7. Höchst- und Mitteltemperaturen am Rohr (*h* und *m*), Temperaturen auf der Unterlage (*u*) am Rohr Nr. 6, Höchsttemperaturen am Rohr Nr. 1 (*h 1*) und Nr. 7 (*h 7*), in waagerechter Lage, ohne Abdeckbleche.

7. Die Untersuchung der Temperaturänderungen in Abhängigkeit von der spezifischen Belastung ergab für die Rohre Nr. 1, 6 und 7 die in Abb. 7 dargestellten Kurven. Für die in ihren Abmessungen nicht sehr verschiedenen Widerstände Nr. 6 und 7 läßt sich für die Höchsttemperaturen leicht die in Abb. 7 angegebene gemeinsame Kurve ziehen (*h 6* und *h 7*), während die Werte des sehr kurzen und dünnen Rohres Nr. 1 um 15 bis 20 % niedriger liegen (*h 1*); ein Vergleich mit Abb. 4 und 5 zeigt, daß die aus diesen Abbildungen zu vermutenden Abweichungen nicht ganz erreicht werden, wenn Länge und Durchmesser verschieden sind. Im ganzen ergeben Abb. 3 und 7, daß an dem Rohr Nr. 6, das als mittlerer Vertreter größerer Rohre angesehen werden kann, bei waagerechter Gebrauchslage ohne Abdeckbleche bei einer Belastung von 0,5 bzw. 0,8 W/cm² die folgenden Übertemperaturen erreicht werden: am Rohr 230 ° bzw. 310 ° (Höchstwert), am Griff 53 ° bzw. 77 ° (seitlich) und auf der Unterlage 65 ° bzw. 105 °. Keinath gibt in seiner oben genannten Mitteilung für ungünstige Umstände 260 bis 280 ° bei 0,5 W/cm² und 320 bis 350 ° bei 0,8 W/cm² Rohroberfläche an. Berücksichtigt man, daß unsere Angaben sich durchweg auf 1 cm² Drahtbelag beziehen (Oberflächenverhältnis bei den acht Widerständen der Zahlentafel 1 zwischen etwa 1,1 und 1,25) und daß durch Verwendung von Abdeckhauben und Doppelwiderständen ungünstigere Verhältnisse geschaffen werden, so ergibt sich eine gute Übereinstimmung mit den von Keinath angegebenen Zahlen.

Am Griff wird unter ungünstigsten Verhältnissen bei 0,5 W/cm² eine Übertemperatur von 60 °, also (bei 20 ° Raumtemperatur) von 80 ° über Null noch überschritten. Einen Griff, der so heiß ist, können die wenigsten noch anfassen. Selbst 0,5 W/cm² am Drahtbelag erscheinen daher für Widerstände wirklich allgemeiner Verwendbarkeit bei beliebigen Abmessungen und Bauarten noch reichlich hoch. Anderseits wird man mit Rücksicht auf die Bedienung allein in gewissen Sonderfällen auch stärker belasten können. Das ist besonders der Fall, wenn es sich um eine Verwendung nur in senkrechter Lage, z. B. bei fest eingebauten Widerständen, handelt.

Auch die von Keinath angegebene Grenze 0,8 W/cm² Rohroberfläche für feste Widerstände ist mit Rücksicht auf die Unterlage bzw. sonstige Umgebung sicher nicht zu niedrig. Bei dem bei den Versuchen als Unterlage benutzten Holzbrett trat an Aststellen schon bei etwa 80 ° Übertemperatur das Harz heraus. Zur völligen Klärung müßten hier besondere Versuche mit den praktisch als Unterlage in Frage kommenden Holzarten usw. durchgeführt werden.

8. Als letztes wurde am Widerstand Nr. 3 noch ein Versuch mit veränderlicher Belastung gemacht, der für die Verwendung vorhandener Widerstände bei ausnahmsweise höheren Belastungen einen Anhalt zu geben vermag. Grundsätzlich ist hier festzustellen, daß die Tatsache der beim Regeln abnehmenden Stromstärke keinesfalls für die Herstellung eines Widerstandes und für die Festlegung seiner Nennwerte maßgebend sein darf. Hierbei ist vielmehr stets anzunehmen, daß der Nennstrom über die ganze Rohrlänge fließt. Denn die Größe der Stromstärkenabnahme hängt stets von dem Verhältnis des Ohmwertes des Schiebewiderstandes zum Ohmwert des übrigen Stromkreises ab und kann daher verschwindend klein sein.

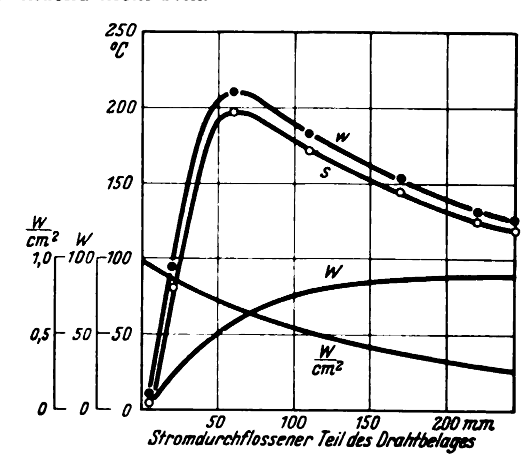


Abb. 8. Höchsttemperatur bei waagerechter (*w*) und senkrechter (*s*) Lage, Leistung (*W*) und spezifische Belastung (*W/cm²*) des Rohres Nr. 3 bei teilweiser Einschaltung des Rohres.

Bei dem an Widerstand Nr. 3 durchgeführten Versuch wurden zwei Widerstände gleicher Ohmzahl an einer konstanten Spannung in Reihe betrieben und dabei die Schieberstellung des Versuchswiderstandes geändert. Die elektrischen Daten waren so gewählt, daß die Belastung bei voll eingeschaltetem Versuchswiderstand wieder etwa 0,25 W/cm² erreichte. Das Ergebnis zeigt Abb. 8. Außer den Höchsttemperaturen, die bei den verschiedenen Schieberstellungen jeweils erreicht wurden, sind noch die zugehörigen Leistungen und spezifischen Belastungen angegeben. Die überhaupt höchste Rohrtemperatur trat ein, wenn etwa ein Viertel des 244 mm langen Drahtbelages eingeschaltet war. Sie beträgt in waagerechter Lage 210 ° bei einer spez. Belastung von 0,7 W/cm² des Rohrviertels. Das ist naturgemäß weniger, als man bei derselben Belastung am ganzen Drahtbelag erhält. Jedoch darf, wie schon bemerkt, dieser günstigere Fall für die Bemessung eines Schiebewiderstandes nie vorausgesetzt werden.

Zusammenfassung.

Die Ergebnisse lassen erkennen, daß Schiebewiderstände bei den heute vielfach üblichen Nennbelastungen recht heiß werden. Für einen bestimmten Widerstand und Betriebsfall können bei Annahme von höchstzulässigen Übertemperaturen die möglichen Belastungen ermittelt werden.

Die Bedeutung der Groß-Elektrowärmegeräte für Technik und Wirtschaft.

Von Dr.-Ing. C. T. Buff, Berlin.

621. 364/367

Übersicht. Der Aufsatz*) weist auf die Bedeutung der neuerdings zu größerer Wichtigkeit gelangten Groß-Elektrowärmegeräte hin. Unter „Groß"-Elektrowärmegeräten sollen diejenigen verstanden sein, welche sich durch ihre Leistungsfähigkeit, ihre Abmessungen, ihren Anschlußwert und ihren Energieverbrauch gegenüber den Kleingeräten für Haushalt und kleingewerbliche Zwecke abheben. Die drei grundsätzlichen Arten der elektrischen Erhitzung, nämlich die Lichtbogenerhitzung, Widerstandserhitzung und Induktionserhitzung, werden kurz erläutert. Dem Verwendungszweck nach lassen sich vier große Gruppen von Groß-Elektrowärmegeräten unterscheiden, nämlich für Heizzwecke im engeren Sinne, für Schweißung, für technologische Warmbehandlung und für metallurgische und chemische Verfahren. Aus denselben wird eine Reihe von Anwendungsbeispielen gebracht.

Für die Einführung der Groß-Elektrowärmegeräte in breiterem Ausmaße stellten sich die Voraussetzungen erst ein, als die allgemeine Entwicklung der Elektrizitätsversorgungsanlagen tragbare Strompreise ermöglichte und der sich ständig verschärfende industrielle Wettbewerb die Ansprüche an die Güte der thermisch zu behandelnden Waren mehr und mehr steigerte.

Zahlentafel 1. Einteilung der Groß-Elektrowärmegeräte.

Anwendungsgebiete	Wirkungsweise				
	Widerstandserhitzung		Lichtbogenerhitzung		induktive Erhitzung
	direkt	indirekt	direkt	indirekt	
reine Heizzwecke	Durchlauferhitzer für Flüssigkeiten/Elektro-Dampfkessel	Luft- und Flüssigkeitserhitzer mit besonderen Heizkörpern	—	—	Induktionserhitzer für Gase und Flüssigkeiten
Warmverbindung von Konstruktionsteilen	Widerstands-Schweißgeräte (Punkt-, Naht-, Stumpf- u. Abbrennschweißung)	—	Lichtbogen-Schweißgeräte (ortsbewegliche Anlagen, Schweißautomaten)	—	—
Technologische Warmbehandlung von Gegenständen und Stoffen	Salzbäder mit direktem Stromdurchgang	Öfen mit besonderen Heizkörpern	—	—	Induktionserwärmungseinrichtungen mit Nieder- und Hochfrequenz
Metallurgische und chemische Prozesse	Widerstands-Schmelzöfen mit direktem Stromdurchgang	Widerstands-Schmelzöfen mit besonderen Heizkörpern	Lichtbogen- u. Reduktionsöfen m. direktem Stromdurchgang	Lichtbogenöfen mit Wärmestrahlung	Induktionsöfen mit Nieder- und Hochfrequenz

Um den Überblick zu erleichtern, ist in Zahlentafel 1 eine Aufteilung in Hauptgruppen vorgenommen. Die Geräte sind von links nach rechts nach der Wirkungsweise und von oben nach unten nach den Anwendungsgebieten geordnet. In den einzelnen Feldern ist vermerkt, für welche Sonderaufgaben auf den verschiedenen Anwendungsgebieten von den unterschiedlichen Wirkungsweisen Gebrauch gemacht wird.

*) Gekürzte Wiedergabe eines Vortrages, gehalten am 30. 4. 1935 vor dem Elektrotechnischen Verein und den Vereinen der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit (RTA). Die Besprechung wird in einem späteren Heft abgedruckt.

Arten der Groß-Elektrowärmegeräte.

Um die elektrisch erzeugte Wärme an der Bedarfsstelle zur Auswirkung kommen zu lassen, stehen im wesentlichen drei Wege zur Verfügung, deren jeder seine Vor- und Nachteile hat und für bestimmte Anwendungsgebiete beschritten wird, nämlich die Widerstandserhitzung, die Lichtbogenerhitzung und die Induktionserhitzung (Abb. 1).

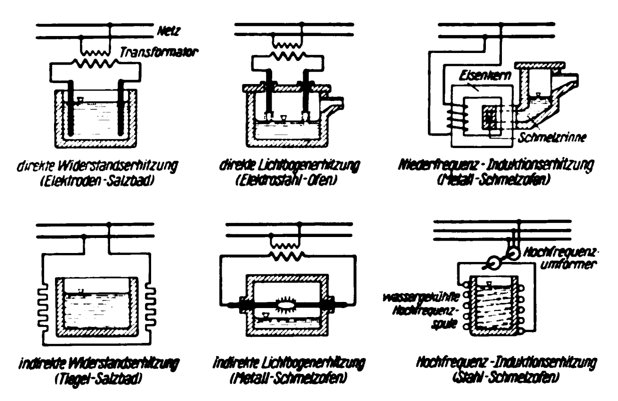


Abb. 1. Die gebräuchlichen Arten der Elektrowärmeerzeugung.

Bei der Widerstandserhitzung erfolgt die Umsetzung der elektrischen Energie in Wärmeenergie unter dem Einfluß des Durchgangswiderstandes stromdurchflossener fester oder flüssiger Körper oder des Übergangswiderstandes zwischen den Berührungsflächen mehrerer Körper. Bildet hierbei der Gegenstand oder Stoff, dessen Erhitzung der technologische Zweck ist, selbst den stromdurchflossenen Widerstand, so spricht man von direkter Widerstandsheizung; wird dagegen die Wärme in besonderen Widerstandskörpern erzeugt und von diesen durch Strahlung oder Konvektion an den Bestimmungsort weitergegeben, so nennt man dies indirekte Widerstandsheizung. Offenbar läßt die direkte Heizung gedrängtere Bauart der Geräte und geringere Verluste erwarten; sie eignet sich aber nicht für alle Anwendungsfälle, weil die Leitfähigkeit der behandelten Stoffe innerhalb weiter Grenzen schwanken und dann die Aufrechterhaltung der gewollten Leistung umfangreiche und verwickelte Spannungsregeleinrichtungen erforderlich machen kann. Bei direkter Heizung hängt die erreichbare Temperaturgrenze in der Hauptsache von dem stromdurchflossenen Stoff ab. Bei indirekter Heizung lassen sich metallische Widerstandsheizkörper aus Chrom-Nickel-Legierungen mit Temperaturen bis etwa 1100 °, solche aus Chrom-Eisen-Aluminium-Legierungen bis etwa 1250 °, keramische Heizkörper aus Siliziumkarbid bis etwa 1450 ° betreiben. Die Nutztemperaturen liegen wegen des unvermeidlichen Wärmegefälles etwa 50 bis 100 ° niedriger.

Bei der Lichtbogenerhitzung dient als Träger der Energieumsetzung die Gassäule eines Lichtbogens. Auch hier pflegt man von direkter und indirekter Lichtbogenheizung zu sprechen, je nachdem, ob der zu behandelnde Stoff als Pol des Lichtbogens in den Stromkreis eingeschaltet ist oder seine Wärmezufuhr durch Strahlung erhält. Für die Lichtbogenerhitzung sind die sehr hohen bis zu mehreren tausend Grad gehenden Temperaturen kennzeichnend, welche große Energieumsetzung

auf kleinem Raum möglich machen. Beachtung erfordert, daß die Wirkung des Lichtbogens auf das Erzeugnis nicht ganz frei von chemischen Einflüssen ist, da nicht unerhebliche Stoffmengen aus den Elektroden zerstäubt und vergast werden; dieser Umstand läßt sich für manche Prozesse zum Vorteil ausnutzen, kann aber in anderen Fällen auch störend sein. Als Übergangsform zwischen den direkt geheizten Lichtbogenöfen und den Widerstandsöfen können die Reduktionsöfen für die Verarbeitung von Erzen und sonstigen Stoffen gelten, da bei ihnen die Stromzuführungselektroden dauernd in das Einsatzmaterial hineinragen und die Wärmeerzeugung teils an den Stellen des Stromübertritts, teils im stromdurchflossenen Einsatz selbst vor sich geht.

Bei der Induktionserhitzung geschieht die Wärmebildung durch transformatorisch erzeugte, d. h. von magnetischen Wechselfeldern hervorgerufene Sekundärströme in dem zu erhitzenden Körper selbst, wobei also hinreichende elektrische Leitfähigkeit desselben Voraussetzung ist. Zur Erzeugung dienen aus einer Elektrizitätsquelle gespeiste Primärspulen. Es war naheliegend, daß man die Lösung der Aufgabe zunächst auf dem Wege versuchte, zur Speisung unmittelbar den Netzwechselstrom von 50 Hz zu verwenden und die Energieübertragung auf den Sekundärteil durch eine starke magnetische Verkettung mittels eines Eisenkörpers, wie vom Transformatorenbau her bekannt, möglichst ergiebig zu machen. Die so gebauten Öfen entsprechen jedoch nicht allen praktischen Bedürfnissen. Beispielsweise wird für Schmelzöfen eine um den Eisenkern herumgeführte ringförmige Rinne erforderlich, welche für Betrieb und Instandhaltung unbequem ist und ihre Aufgabe als Sekundärleiter auch nur dann richtig auszuüben vermag, wenn sie dauernd flüssiges Material enthält, was bei Betriebspausen, Materialwechsel usw. schwer durchführbar ist; die Niederfrequenzöfen eignen sich deshalb nicht für Schmelzprozesse mit häufig wechselndem Einsatz. Es ergab sich also daneben das Bedürfnis nach einem Ofen in Tiegelform, mit welchem man festen Einsatz in beliebigem Wechsel niederzuschmelzen vermochte. Bei Lösung dieser Aufgabe mußte man den Eisenweg für die magnetische Verkettung preisgeben und dafür die Leistungsübertragung von den nunmehr um den Tiegel gewickelten Primärspulen auf den als Sekundärteil dienenden Einsatz durch eine scharfe Frequenzsteigerung in die Höhe treiben. So entstand der Hochfrequenzofen, der sich im eigentlichen Ofenteil vor dem Niederfrequenzofen durch seine Einfachheit und Handlichkeit auszeichnet, aber zur Erzeugung der Hochfrequenz und zur Kompensation des sehr niedrigen Leistungsfaktors ziemlich umfangreiche Zusatzeinrichtungen erfordert. Je nach Art und Größe der Hochfrequenzöfen sind Frequenzen zwischen etwa 300 und 10 000 Hz verwandt worden. Wenn die mit induktiver Erhitzung arbeitenden Öfen und sonstigen Geräte sich trotz ihrer verhältnismäßig hohen Kosten ihr Feld zu erobern vermochten, so haben sie dies den folgenden Umständen zu verdanken: Den Geräten mit Widerstandserhitzung gegenüber zeichnen sie sich durch die Erreichbarkeit wesentlich höherer Temperaturen im Arbeitsgut aus, denn während diese stets mit einem gewissen Temperaturgefälle vom Heizkörper zum behandelten Material arbeiten müssen, also in ihrem Anwendungsbereich durch die zulässige Heizkörpertemperatur begrenzt werden, läßt sich bei den induktiv beheizten Geräten die Temperatur des empfindlichen Primärteils durch künstliche Kühlung niedrig halten und die des Sekundärteils theoretisch beliebig steigern. Den Lichtbogenöfen gegenüber haben sie den Vorzug der völligen Unabhängigkeit von äußeren chemischen Einwirkungen. Bei induktiv betriebenen Schmelzöfen hat sich vielfach auch die lebhafte Bewegung der Schmelze unter dem Einfluß der elektrodynamischen Kräfte als günstig für die Güte und Gleichmäßigkeit des Materials erwiesen. Anderseits kann die induktive Erhitzung auch im Bereiche mäßiger Temperaturen zweckmäßig sein, so z. B. wenn es sich darum handelt, Flüssigkeiten oder Gase innerhalb von dicht abgeschlossenen Gefäßen oder Rohrleitungen zu erwärmen, und die Verwendung besonderer Widerstandsheizkörper mit örtlich stark erhöhten Temperaturen aus irgendwelchen Gründen Bedenken gegen sich hat.

Neben den reinen Formen der Widerstands-, Lichtbogen- und Induktionserhitzung hat man auch Kombinationen derselben angewandt, auf welche einzugehen jedoch an dieser Stelle zu weit führen würde.

Die in Zahlentafel 1 versuchte Unterteilung nach den Anwendungsgebieten unterscheidet vier Hauptgruppen, die allerdings nicht scharf voneinander getrennt sind, sondern vielerlei Übergänge aufweisen.

Die erste Gruppe ist dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragung von Wärme an die geheizten Stoffe gewissermaßen selbst den Endzweck bildet; zu dieser Gruppe sind also insbesondere die Geräte zur Erwärmung von Luft und Flüssigkeiten wie auch zur Erzeugung von Dampf für Heizzwecke zu zählen.

Bei der zweiten Gruppe, den Schweißgeräten, handelt es sich um die Aufgabe des mechanischen Aufbaus von metallischen Körpern aus Einzelteilen durch Warmverbindung ihrer Berührungsstellen.

In einer dritten Gruppe kann man die vielartigen Industrieöfen zusammenfassen, in welchen Zustandsänderungen vorwiegend technologischer Art bewirkt werden, um den behandelten Gegenständen oder Stoffen, sei es für ihre weitere Verarbeitung, sei es für ihren endgültigen Verwendungszweck, bestimmte Eigenschaften zu geben, wie z. B. Trocken-, Glüh-, Härte-, Brennöfen usw.

Die vierte Gruppe endlich umfaßt die Öfen für metallurgische und chemische Prozesse, welche der Erzeugung oder Veredlung von Metallen und sonstigen Stoffen dienen. *(Fortsetzung folgt.)*

Rundfunkempfänger mit hoher Wiedergabetreue.

621. 396. 621. 53

Ein Rundfunkempfänger mit Plattenspieler, bei dem ein Höchstwert an Wiedergabetreue unter allen Empfangsbedingungen ohne Rücksicht auf die Kosten erzielt werden sollte, wird beschrieben. Der grundsätzliche Aufbau ist der eines Überlagerungsempfängers mit anschließendem Niederfrequenzverstärker. Das Gerät besitzt fünf Wellenbereiche: Lang-, Mittel- und drei Kurzwellenbereiche. Die Ausführung der einzelnen Verstärkerteile (15 Röhren) wird ausführlich beschrieben. Als bemerkenswerte Konstruktionseinzelheiten seien folgende erwähnt: Die Bandfilterbreite kann je nach den Forderungen, die an die Trennschärfe gestellt werden, auf 3, 5, 7 und 8 kHz eingestellt werden. Die Lautstärke wird unter Berücksichtigung der Ohrempfindlichkeitskurven so geregelt, daß auch bei kleiner Lautstärke die tiefen Frequenzen nicht verschwinden. Zur Vergrößerung der Kontraste, insbesondere bei der Wiedergabe von Orchesterstücken, können die Lautstärkeunterschiede durch eine Art „negativer Schwundregelung" noch gesteigert werden. Für die Wiedergabe von Schallplatten kann der Frequenzgang des Niederfrequenzverstärkers besonders eingestellt werden. Ein neuer Tonabnehmer und Lautsprecher werden beschrieben. *H. Ks.*

[1] W. J. Brown, Vortrag Instn. electr. Engr., London, am 13. 5. 1935.



Der Schweißumspanner.

Von **Rudolf Küchler**, Berlin.

621. 314. 232 : 621. 791

Übersicht. Ausgehend von den Anforderungen, die der Wechselstrom-Lichtbogenschweißbetrieb an die elektrischen und baulichen Eigenschaften des Schweißtransformators stellt, werden die erforderlichen konstruktiven Maßnahmen besprochen und der Leerlauf-, Kurzschluß- und Belastungsfall untersucht.

In jüngster Zeit findet der Umspanner in der Lichtbogenschweißtechnik wieder stärkere Verwendung. Die Lichtbogenschweißung wird bekanntlich entweder mit blanken Elektroden oder bei hoch beanspruchten Teilen mit umhüllten Elektroden ausgeführt. Während blanke Elektroden sich nur mit Gleichstrom verarbeiten lassen, sind umhüllte Elektroden auch für die Wechselstrom-Lichtbogenschweißung gleich gut geeignet. Für diese zweite Elektrodenart (Mantel- und getauchte Elektroden) ist der Umspanner wegen seiner Billigkeit, seines geringen Gewichtes und seiner hohen Betriebssicherheit infolge Fehlens der dem Verschleiß unterworfenen Teile das gegebene Mittel, um aus dem Niederspannungsnetz die geeigneten Schweißströme zu entnehmen. Der Umspanner muß jedoch in elektrischer Hinsicht dem Verwendungszweck angepaßt sein. Hierzu bedarf es einer im allgemeinen Transformatorenbau unbekannten Bemessung und Konstruktion des Umspanners, die im folgenden erläutert werden soll.

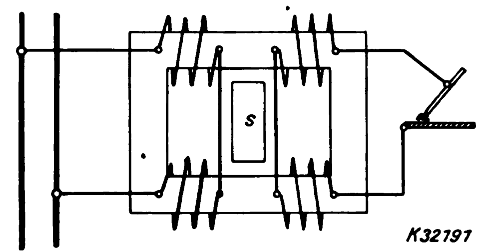


Abb. 1. Prinzipbild des Schweißumspanners.

Die Lichtbogenspannung, die der Schweißtransformator zu liefern hat, liegt bei etwa 25 V, die Zündspannung bei 70 V. Es ist also erforderlich, daß die Unterspannung zwischen Leerlauf und Belastung mit dem Schweißstrom von etwa 70 V auf etwa 25 V absinkt. Aus preislichen Gründen wird man das nicht durch Vorschalten von induktiven Widerständen, sondern durch eine außergewöhnlich hohe Streuung des Umspanners zu erreichen trachten. Der hierbei notwendige induktive Spannungsabfall ist leicht zu berechnen, wenn man von den noch zu erörternden Feinheiten der Theorie zunächst absieht. Er beträgt $\sqrt{70^2 - 25^2}$, also 64,5 V, d. h. 92 % der Nennspannung, da der Schweißlichtbogen eine induktionsfreie Belastung darstellt. Die Streuung muß aber nicht nur ungewöhnlich hoch, sondern auch in weiten Grenzen regelbar sein, um mit dem gleichen Umspanner Elektroden verschiedenen Durchmessers bearbeiten zu können. Bei der Wechselstrom-Lichtbogenschweißung werden Ströme zwischen 50 bis 600 A verwendet. Erwünscht ist daher eine Regelbarkeit des Schweißstromes in einem Verhältnis von mindestens 1 : 10. Da andererseits die Schweißstrombelastung stoßweise erfolgt, wird man aus Sparsamkeitsgründen den höchsten Schweißstrom auf beispielsweise 150 % des Dauer-Nennstromes festsetzen. Der geringste Schweißstrom beträgt sodann bei einer Regelung im Verhältnis 1 : 10 noch 15 % des Dauer-Nennstromes. Der Kurzschlußstrom des Schweißtransformators muß in diesem Falle von $\left(\frac{100}{92} \cdot 15\right)$ bis $\left(\frac{100}{92} \cdot 150\right)$, d. h. 16,3 bis 163 % des Dauer-Nennstromes veränderlich sein. Die entsprechenden Grenzkurzschlußspannungen betragen 615 und 61,5 %. Es hat jedoch kaum einen Sinn, von der Kurzschlußspannung des Schweißtransformators zu reden, da diese, wenigstens soweit sie über 100 % liegt, bei der Kurzschlußmessung der Sättigung im Eisen wegen gar nicht verwirklicht werden darf. Man bedient sich hier besser des Begriffes des bei voller Erregung sich einstellenden prozentualen Kurzschlußstromes und stellt die Kurzschlußmessung hierauf ab.

Die grundsätzliche Ausführung des Schweißtransformators nach den entwickelten Gesichtspunkten zeigt Abb. 1. Zwischen den nebeneinander liegenden Primär- und Sekundärwicklungen ist ein Streueisenpaket S als magnetischer Nebenschluß für den erregenden Fluß in irgendeiner Weise so beweglich angeordnet, daß die Größe der Luftspalte zwischen Streueisen und Kern in weiten Grenzen verändert werden kann. Für einen Regelbereich des Schweiß- bzw. Kurzschlußstromes im Verhältnis von etwa 1 : 10 muß das Streueisen derartig gestaltet und bewegt werden, daß in dem einen Grenzfalle die Luftspalte nahezu Null sind und im anderen das Streueisen fast vollständig aus dem Streufeld der Wicklungen entfernt wird.

Wie aus Abb. 2 hervorgeht, ändert sich der Kurzschlußstrom dieses Transformators in dem in Frage kommenden Arbeitsbereich nahezu linear mit dem Luftspalt zwischen Streueisen und Kern. Die genaue Vorausberechnung des magnetischen Widerstandes des Streupfades ist wegen der Inhomogenität des Streufeldes in den Luftspalten leider nicht möglich. Diese Unsicherheit beim Entwurf kann man nur durch eine reichliche Bemessung des Streueisenhubes auszugleichen versuchen. Gewißheit über die Eignung des Schweißumspanners ist daher mehr als sonst bei Umspannern erst auf dem Prüfstande zu erhalten.

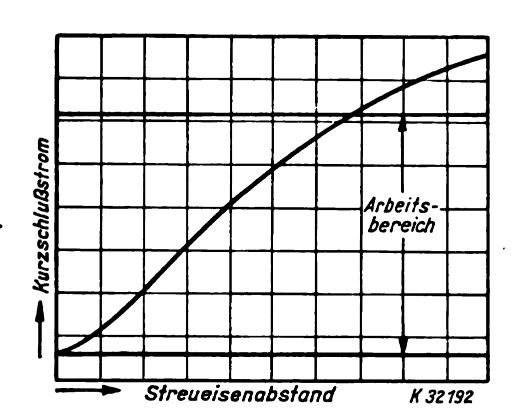


Abb. 2. Kurzschlußstrom als Funktion des Streueisenabstandes.

Aus dem genannten Grunde ist es auch wenig nützlich, sich bei der theoretischen Untersuchung der magnetischen und elektrischen Eigenschaften des Schweißumspanners in untergeordnete Einzelheiten zu verlieren, so interessant diese auch sein mögen. Es soll deshalb der Leerlauf-, Kurzschluß- und Belastungsfall des Schweißumspanners auf einfachste Weise beschrieben werden.

Leerlauf (Abb. 3): Der durch die primäre Windungszahl w_1 und die Oberspannung U_1 bestimmte Fluß Φ_1 gabelt sich in den über das Streueisen verlaufenden Teilfluß Φ_S und den mit den sekundären Windungen verketteten Restfluß Φ_2. Bezeichnet man den gesamten ma-

gnetischen Widerstand des Umspannerkernes mit $2P$, den des Streueisens einschließlich der Luftspalte mit P_S, so läßt sich für den symmetrisch aufgebauten Transformator sofort schreiben:

$$\frac{\Phi_S}{\Phi_2} = \frac{P}{P_S}.$$

Hieraus ergibt sich wegen $\Phi_2 = \Phi_1 - \Phi_S$ der prozentuale Leerlaufspannungsabfall zu

$$\Delta u_0 = 100 \cdot \frac{\Phi_S}{\Phi_1} = 100 \cdot \frac{P}{P + P_S}\,\%. \tag{1}$$

Für die Leerlauf-Amperewindungen $(I_0 \cdot w_1)$ besteht die Beziehung

$$1{,}78 \cdot I_0\, w_1 = \Phi_1 \left(P + \frac{1}{\frac{1}{P} + \frac{1}{P_S}} \right). \tag{2}$$

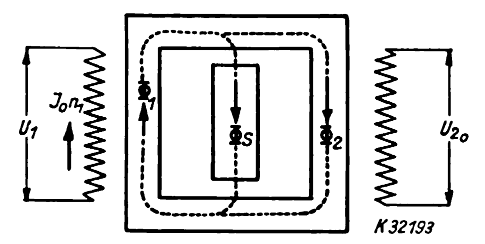


Abb. 3. Flußverteilung bei Leerlauf.

Der Klammerausdruck der Gl. (2) nähert sich mit zunehmendem Streuwegwiderstand P_S asymptotisch dem Maximalwert $2P$, der praktisch bereits erreicht wird, wenn das Streueisen soweit vom Kern entfernt wird, daß der Kurzschlußstrom den Nennstrom zu übersteigen beginnt. Der hierbei auftretende höchste Leerlaufstrom

$$I_{0_{\max}} = \frac{\Phi_1}{1{,}78 \cdot w_1} \cdot 2P \tag{3}$$

ist ein wegen seiner Eindeutigkeit und einfachen Bestimmbarkeit wichtiger Grenzwert des Schweißumspanners, auf den im Verlauf der weiteren Rechnung deshalb zurückgegriffen werden soll.

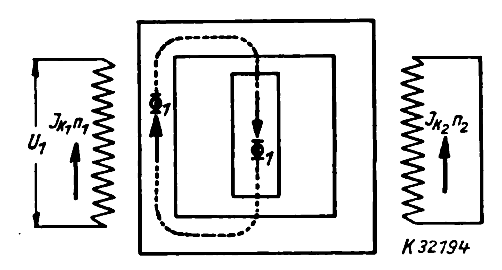


Abb. 4. Flußverteilung bei Kurzschluß.

K u r z s c h l u ß : Der gesamte Fluß Φ_1 (Abb. 4) schließt sich in diesem Falle über das Streueisen, wenn die Sekundärwicklung als widerstandslos angenommen wird, eine Vernachlässigung, die völlig unbedenklich ist. Die Kurzschluß-Amperewindungen der Sekundärseite $(I_{k_2}\, w_2)$ müssen dabei der magnetischen Spannung am Streueisen das Gleichgewicht halten, daher

$$1{,}78 \cdot I_{k_2}\, w_2 = \Phi_1\, P_S. \tag{4}$$

Für die primären Kurzschluß-Amperewindungen $(I_{k_1}\, w_1)$ gilt bei symmetrischem Kernaufbau

$$1{,}78 \cdot I_{k_1}\, w_1 = \Phi_1 (P + P_S). \tag{5}$$

Der prozentuale Amperewindungsunterschied im Kurzschlußfall ist demnach

$$\Delta aw_k = 100 \cdot \frac{I_{k_1} w_1 - I_{k_2} w_2}{I_{k_1} w_1} = 100 \frac{P}{P + P_S}\,\% \tag{6}$$

und stimmt, wie ein Blick auf Gl. (1) zeigt, mit dem prozentualen Leerlaufspannungsabfall zahlenmäßig überein.

Die Gl. (4) ermöglicht nicht nur die Berechnung des sekundären Kurzschlußstromes I_{k_2}, sie gestattet auch in Verbindung mit Gl. (3) den prozentualen Leerlaufspannungsabfall und die Größe Δaw_k auf I_{k_2} und den oben erwähnten Grenzwert des Leerlaufstromes $I_{0_{\max}}$ zurückzuführen. Auf diese Weise erhält man für Gl. (1) und (6) den aufschlußreichen Ausdruck

$$\Delta u_0 = \Delta aw_k = 100 \cdot \frac{I_{0_{\max}}\, w_1}{I_{0_{\max}}\, w_1 + 2\, I_{k_2}\, w_2}\,\%. \tag{7}$$

Mit einem Höchstwert des Leerlaufstromes von 6 % errechnet sich beispielsweise für einen Kurzschlußstrom von 16,3 bzw. 163 % hiernach ein Leerlaufspannungsabfall und Amperewindungsunterschied im Kurzschlußfalle

$$\Delta u_0 = \Delta aw_k = 100 \cdot \frac{6}{6 + 2 \cdot 16{,}3} = 15{,}5\,\%$$

bzw.

$$100 \cdot \frac{6}{6 + 2 \cdot 163} = 1{,}8\,\%.$$

Während der Amperewindungsunterschied im Kurzschlußfalle ohne praktische Bedeutung ist, muß der Leerlaufspannungsabfall bei der Auslegung des Transformators berücksichtigt werden, will man nicht Gefahr laufen, daß die Zündspannung bei der Einstellung des Streueisens für geringe Schweißströme zu klein wird.

B e l a s t u n g : Nachdem der Leerlauf- und Kurzschlußfall geklärt sind, bereitet der Belastungsfall keine Schwierigkeiten mehr. Der Schweißbetrieb ist mit einer induktionsfreien Belastung identisch. Infolgedessen müssen, wie in Abb. 5 dargestellt, die sekundäre Klemmenspannung U_2 und der induktive Spannungsabfall $I_2 X$ einen rechten Winkel einschließen und als geometrische Summe die sekundäre Leerlaufspannung U_{20} ergeben. Da ferner bei Kurzschluß $I_{k_2} X = U_{20}$ sein muß, errechnet sich das Verhältnis von Belastungsstrom zu sekundärem Kurzschlußstrom zu

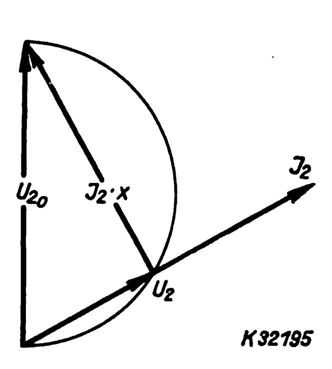


Abb. 5. Diagramm für induktionsfreie Belastung.

$$\frac{I_2}{I_{k_2}} = \frac{\sqrt{U_{20}^2 - U_2^2}}{U_{20}} = \sqrt{1 - \left(\frac{U_2}{U_{20}}\right)^2}. \tag{8}$$

Diese Gleichung ergibt etwas zu große Werte für I_2. Der Grund hierfür ist in der Vernachlässigung des ohmschen Spannungsabfalles zu suchen, die eigentlich nur im Kurzschlußfalle zulässig ist. Der entstehende Fehler läßt sich jedoch korrigieren, indem man nach Auswertung der Gl. (8) die sekundäre Klemmenspannung U_2 um einen Betrag verkleinert, der dem gesamten ohmschen Spannungsabfall des Umspanners bei dem jeweiligen Belastungsstrom I_2 entspricht. Damit ist es ein Leichtes, die Strom-Spannungs-Kennlinien des Schweißumspanners aufzuzeichnen. Tatsächlich verlaufen die gemessenen Kennlinien, die Abb. 6 für eine Reihe von Streueiseneinstellungen zeigt, etwas flacher als die berechneten. Der Unterschied ist jedoch nicht sehr bedeutend und offenbar auf die Verluste zurückzuführen, die die Streulinien im Eisen hervorrufen.

Ebenso wie in elektrischer Hinsicht muß der Schweißumspanner auch in bezug auf seine Bauart den besonderen Bedingungen des praktischen Schweißbetriebes gerecht werden. Hierbei kommt es in erster Linie auf geringes

Gewicht, Beweglichkeit, Verwendbarkeit für verschiedene Netzspannungen, bequeme Verstellbarkeit des Streueisens und Abschluß durch ein geeignetes Gehäuse an. In welcher Weise diesen Gesichtspunkten bei der Konstruktion Rechnung getragen wurde, ist aus Abb. 7 zu erkennen. Um ein geringes Gewicht zu erzielen, wurde der Umspanner als Trockentype ausgebildet, und für seine Wicklung Drähte mit unbrennbarer Isolation verwendet, die eine hohe spezifische Kupferbelastung ermöglichen. Das Schutzgehäuse läßt eine gute Durchlüftung des Inneren zu und schließt anderseits jede Gefährdung des Bedienungspersonals aus. Das Streueisenpaket wird durch ein Handrad über dem Gehäusedeckel bewegt. Eine im Ampere geeichte Skala gestattet die rasche Einstellung für jede gewünschte Schweißstromstärke, die innerhalb des Regelbereiches des Umspanners liegt. Die Primärwicklung wird normalerweise für drei Netzspannungen umklemmbar eingerichtet, nämlich für 220, 380 und 500 V. Die Umschaltklemmen liegen hinter einer abschraubbaren Abdeckplatte (im Bilde vorne), welche zwangsläufig die dem jeweiligen Schaltzustande entsprechende Primärspannungsangabe sichtbar werden läßt. Ein zweirädriges Fahrgestell, Fußstützen und Handbügel vervollständigen die Ausrüstung.

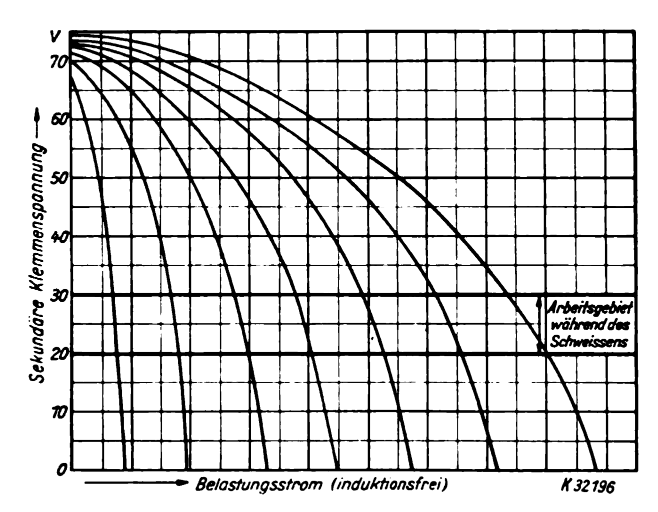


Abb. 6. Strom-Spannungs-Kennlinien.

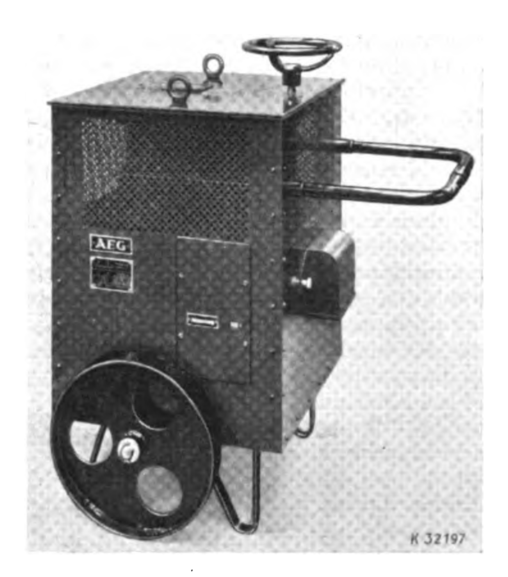


Abb. 7 Schweißumspanner.

Zusammenfassung.

Der Wechselstrom-Lichtbogenschweißbetrieb verlangt einen Umspanner mit ungewöhnlich hoher und in weiten Grenzen veränderlicher Streuung. Der Schweißumspanner erhält deshalb ein bewegliches Streueisenpaket zwischen Primär- und Sekundärwicklung, das durch einen geeigneten Handantrieb eingestellt wird. Der Kurzschlußstrom, Leerlaufspannungsabfall und die Strom-Spannungs-Kennlinien lassen sich nach den entwickelten einfachen Formeln leicht vorausberechnen. Die aus dem praktischen Schweißbetrieb sich ergebende Forderung nach geringem Gewicht und Beweglichkeit des Schweißumspanners wird am besten durch eine Trockentype mit unbrennbarer Drahtisolation erfüllt.

Neue Doppelwendel-Glühlampen für Allgemeinbeleuchtung.

Von Dr. M. **Wolff**, Berlin.

621. 326. 652. 2

Übersicht. Die Entwicklung der neuen Doppelwendellampen für Allgemeinbeleuchtung und ihre Vorteile gegenüber Einfachwendellampen werden geschildert.

Seit der Erfindung der Glühlampen ist man bemüht, die Lichtausbeute (Lumen je Watt) und damit die Wirtschaftlichkeit der Glühlampe zu steigern. Da die Lichtausbeute mit wachsender Temperatur zunimmt, muß man für den Leuchtkörper Werkstoffe mit möglichst hohem Schmelzpunkt verwenden. Ursprünglich stellte man die Leuchtkörper aus Kohle her. Diese hat von den damals bekannten Stoffen den höchsten Schmelzpunkt. Trotzdem wandte man sich bald von der Kohle als Leuchtkörperstoff ab und benutzte nacheinander die schwer schmelzbaren Metalle Osmium, Tantal und schließlich Wolfram, die in der genannten Reihenfolge einen immer höheren Schmelzpunkt besitzen. Der Grund für die Abkehr von der Kohle liegt darin, daß alle Stoffe bei hohen Temperaturen verdampfen, und daß diese Verdampfung bei der Kohle besonders stark ist. Die Kohlenfadenlampen konnten daher trotz des hohen Schmelzpunktes der Kohle nicht höher als auf rd. 1800 °C erhitzt werden. Bei höherer Temperatur trat sehr schnell ein schwarzer Niederschlag an dem Glaskolben der Lampe auf, der sie als Lichtquelle unbrauchbar machte. Die Lichtausbeute der Kohlenfadenlampe lag in der Gegend von 2 bis 4 lm/W. Da das Wolfram bei gleicher Temperatur in weit geringerem Maße als die Kohle verdampft, kann man es trotz seines niedrigeren Schmelzpunktes höher erhitzen. Bei luftleeren Wolframdrahtlampen werden Temperaturen von rd. 2100 ° angewendet. Hierbei ergibt sich eine Lichtausbeute von 8 bis 12 lm/W. Eine sehr große Verbesserung brachte die Einführung der gasgefüllten Wolframdrahtlampe im Jahre 1913. Es war zwar schon früher bekannt, daß durch ein indifferentes Füllgas die Verdampfung zurückgedrängt werden konnte. Da aber ein Gas die vom Leuchtkörper erzeugte Wärme erheblich besser an die Umgebung ableitet als das Vakuum, konnte durch Anwendung der Gasfüllung allein keine bessere Wirtschaftlichkeit erzielt werden. Erst der Gedanke, den Wolframleuchtkörper auf einen kleinen Raum zusammenzudrängen, um dadurch seine für die Wärmeableitung wirksame Oberfläche zu verkleinern, ermöglichte die Einführung der Gasfüllung. Die gewünschte Zusammendrängung des Leuchtkörpers



wurde durch Wickeln des Drahtes zu einer Wendel erhalten. Man konnte mit dieser gasgefüllten Wendeldrahtlampe die Wirtschaftlichkeit erheblich steigern.

Es lag nun nahe, eine weitere Verkleinerung des Leuchtkörpers und somit eine weitere Verminderung der Verluste durch Wärmeleitung dadurch zu erreichen, daß man den gewickelten Draht nochmals zu einer Wendel, der sog. Doppelwendel (Abb. 1) oder gar zu einer Dreifachwendel wickelt. Dieser Gedanke wurde bereits im Jahre 1914 der Westinghouse Corporation patentiert. Praktische Bedeutung hat dieser Vorschlag jedoch nicht gefunden, da die Doppelwendel sofort nach dem Einschalten des Stromes stark durchhing und sich vor allem beim Gebrauch unter Kurzschlußbildung der Einzelwindungen stark verzerrte. Es mußte erst ein Draht geschaffen werden, der hinsichtlich seiner Formbeständigkeit und Verarbeitbarkeit den auftretenden sehr hohen Anforderungen genügt. Da die in Sonderlampen verwendeten dickeren Drähte an sich eine größere Formbeständigkeit besitzen als die in Lampen für Allgemeinbeleuchtung benötigten, gelang es zunächst nur, für Sonderlampen Doppelwendeln von genügender Formbeständigkeit herzustellen. Seit mehreren Jahren werden einige Autosucher- und Kinolampen mit Doppelwendel-Leuchtkörpern gebaut. Für Flugzeugscheinwerfer z. B. werden sogar seit einiger Zeit Dreifachwendellampen verwendet. Die Anwendung der Doppelwendel in Lampen für Allgemeinbeleuchtungszwecke ist erst durch weitere Verbesserungen möglich geworden.

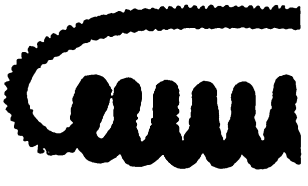


Abb. 1. Einfach- und Doppelwendelleuchtkörper.

Der in elektrischen Glühlampen verwendete Wolframdraht hat vor dem Brennen der Lampen ein homogenes Gefüge, eine sogenannte Faserstruktur. Nach einiger Brennzeit erfolgt unter Kristallzerfall eine Kristallumbildung (Rekristallisation). Der früher benutzte Werkstoff neigte dabei zum Brüchigwerden, und die Wendel hing nicht unbeträchtlich durch, was wegen der dadurch entstehenden größeren wärmeableitenden Oberfläche die Lichtausbeute herabsetzte. Eine durchhängende Wendel hat außerdem — wie bereits erwähnt — den Nachteil, daß benachbarte Windungen sich leicht berühren können, wodurch die Lampe frühzeitig zerstört wird. Durch eine geringe Beimengung von Thoroxyd zum Wolfram war es zwar möglich, die Rekristallisation etwas zurückzudrängen, verhindern konnte man sie jedoch nicht. Man hat später versucht, einen Draht herzustellen, der von vornherein aus einem oder nur einigen Kristallen besteht. Bei der Verwendung des gespritzten Einkristalldrahtes trat die Schwierigkeit auf, daß die Stoßstellen der Kristalle sich teilweise vollkommen glatt und nahezu senkrecht zur Drahtrichtung ausbilden, und daß dadurch die Festigkeit des Drahtes litt. Durch Herstellung des sog. „Stapelkristalldrahtes" wurden diese Nachteile überwunden[1]). Bei einem solchen Draht stoßen die Kristalle nicht glatt aneinander, sondern sind miteinander verzahnt (Abb. 2). Bei beiden Drahtarten zeigten die zur Wendel gebogenen Kristalle beim Brennen der Lampe mehr oder weniger die Neigung, ihre ursprüngliche gerade Richtung wieder anzunehmen, wodurch leicht Verzerrungen und Verdrehungen des Leuchtkörpers entstanden. Durch Anwendung des „Spiralkristalldrahtes" wird dieser Fehler vermieden, indem ein aus geeignetem Ausgangsstoff gewonnener Draht zunächst zu Wendeln gewickelt wird und dann erst durch Wärmebehandlung seine Kristallstruktur erhält. Da die Kristalle hier nicht mehr verformt sind, zeigen diese Wendeln eine außerordentliche Formbeständigkeit und haben auch keine Neigung zur Verdrehung. In weiterer Fortbildung dieses Gedankens gelang es schließlich, durch Hocherhitzen eines zweimal gewendelten Drahtes bestimmter Beschaffenheit auf einem hitzebeständigen Kern eine formbeständige Doppelwendel zu erhalten, die auch in Lampen für Allgemeinbeleuchtungszwecke verwendbar ist.

[1]) Vgl. ETZ 50 (1929) S. 1723.

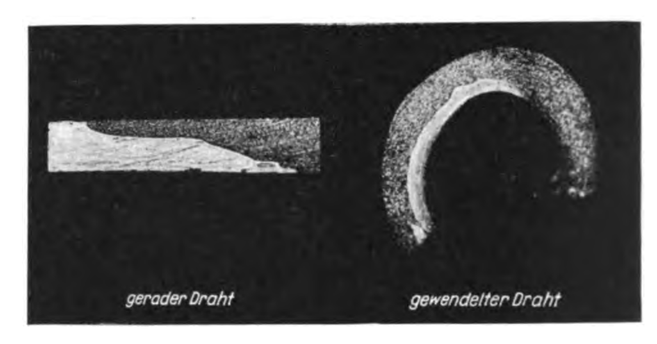
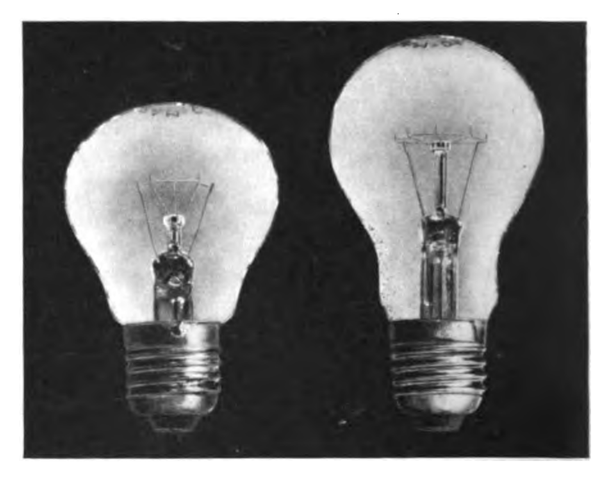


Abb. 2. Stapelkristalldraht.

Die neuen Doppelwendellampen enthalten als Leuchtkörper solche Doppelwendeln. Da ihre Wendellänge erheblich kleiner ist als die einer entsprechenden Einfachwendel, konnte man die Zahl der Halter auf fast die Hälfte herabsetzen (Abb. 3). Die Verringerung der Energieverluste in der Lampe durch Anwendung der Doppelwendel und Verkleinerung der Halterzahl und die Verwendung einer hochprozentigen Argonfüllung ermöglichten bei gleicher Lebensdauer eine erhebliche Steigerung der Lichtausbeute gegenüber gleichwertigen Lampen mit Einfachwendel. Anfangs boten die beim Ausbrennen von Doppelwendeln in so hergestellten Lampen zuweilen auftretenden lichtbogenartigen Erscheinungen gewisse Schwierigkeiten, die aber durch Einbau einer Durchschmelzsicherung in den Sockel behoben werden konnten.



„D"-Lampe Einfachwendellampe

Abb. 3. Längsschnitt durch eine Lampe der Einheitsreihe und durch eine entsprechende D-Lampe.

Die D-Lampen werden nur in innenmatter Ausführung und vorläufig nur für die Spannungen 110, 120, 125, 220, 225 und 230 V geliefert. Die Wattstaffelung (40, 60, 75 und 100 W) ist die gleiche geblieben wie bisher. Die Lichtausbeutezunahme gegenüber Einfachwendellampen beträgt bei gleicher Lebensdauer bis zu 20 % (vgl. Zahlentafel 1).

Zahlentafel 1.

Lampentype W	Lichtstrom von D-Lampen für 110 V lm	Zunahme gegenüber Einfachwendel %	Lichtstrom von D-Lampen für 220 V lm	Zunahme gegenüber Einfachwendel %
40	560	10	480	20
60	915	5	805	17
75	1210	4	1060	13
100	1710	3	1510	9



Abb. 3 zeigt vergleichsweise einen Längsschnitt durch eine Lampe der Einheitsreihe und die entsprechende D-Lampe. Man erkennt, daß der Innenaufbau der D-Lampe durch Verkürzung des Lichtschwerpunktabstandes, d. h. des Abstandes zwischen der Sockelbodenplatte und der Leuchtkörper-Mittelebene niedriger ist als der der Einheitsreihe. Dadurch ist es auch möglich gewesen, den Kolben etwas kürzer zu halten und die Gesamtlänge der Lampe zu vermindern. Zahlentafel 2 zeigt eine Gegenüberstellung der Gesamtlänge von Lampen der Einheitsreihe und D-Lampen.

Zahlentafel 2.

Lampentype	Gesamtlänge der		Leuchtkörperabstand	
	Doppelwendel- Lampen	Einfachwendel- Lampen	Doppelwendel- Lampen	Einfachwendel- Lampen
W	mm	mm	mm	mm
40	98	115	71	85
60	105	122	76	90
75	113	130	82	95
100	120	142	87	105

Der gedrängtere Innenaufbau der D-Lampen hat den Vorteil, daß gelegentliche größere Erschütterungen beim Gebrauch der Lampe weniger stark auf den Leuchtkörper übertragen werden als bei den bisher verwendeten Lampen. Kurz zusammengefaßt ergeben sich also folgende Vorzüge der neuen D-Lampe: Erhöhte Wirtschaftlichkeit, größere Betriebssicherheit und kleinere Abmessungen.

Zusammenfassung.

Durch die neuen Erkenntnisse auf dem Gebiet der Drahtherstellung ist es möglich geworden, formbeständige Doppelwendeln zu erhalten, die in Lampen für Allgemeinbeleuchtung verwendbar sind. Infolge der kleineren „wirksamen" Oberfläche der Doppelwendel, Verminderung der Halterzahl und Anwendung einer hochprozentigen Argonfüllung haben die neuen D-Lampen bei gleicher Lebensdauer eine bis 20 % höhere Lichtausbeute als Einfachwendellampen. Ein gedrungener Aufbau führte zu kleineren Lampenabmessungen und ergibt eine erhöhte Festigkeit gegen mechanische Beanspruchungen.

Ein neuer Synchronschalter.

Einschaltung von Wechselstromkreisen bei beliebig wählbaren Zeitpunkten der Wechselspannung.

Von Dipl.-Ing. **Otto Renner**, Berlin.

621. 316. 578. 018. 1

Übersicht. Eine Synchronschalteinrichtung wird beschrieben, die im Prüffeld des Kleinbauwerkes der SSW entwickelt wurde. Der Apparat zeichnet sich gegenüber den bisherigen Schaltarten durch Einfachheit des Aufbaues und durch seine genaue Arbeitsweise aus.

Um die Schaltleistung eines Schalters bei Wechselstromabschaltungen annähernd zu bestimmen, war es bisher notwendig, eine größere Anzahl von Abschaltungen vorzunehmen, da die Schaltbeanspruchung stark vom Zeitpunkt der Abschaltung abhängig ist. Dies gilt besonders für Schalter, bei denen der Abschaltvorgang innerhalb einer Halbwelle beendet ist. Als Beispiel sei die Kurzschlußprüfung von Installationsselbstschaltern genannt. In vielen Fällen erlischt hier der Abschaltlichtbogen im Augenblick des Nulldurchgangs der Stromkurve. Die Belastungsdauer des Selbstschalters entspricht dann der zeitlichen Differenz des Einschaltaugenblicks und des Augenblicks des Stromnulldurchganges.

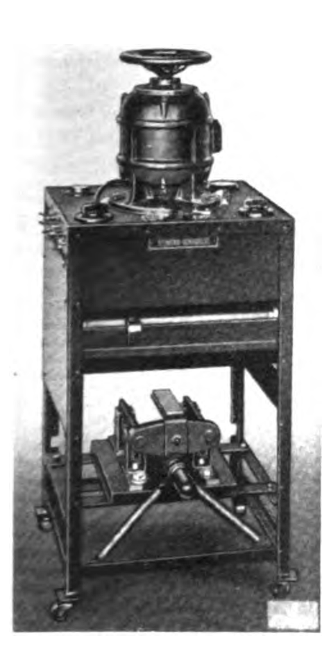


Abb. 1. Synchronschalteinrichtung. Der zweipolige Hebelschalter im Fuße des Gestells wird durch Zerreißen eines dünnen Drahtes betätigt. Der Zeitpunkt der Einschaltung kann durch Drehen des Motors am Handrad geändert werden. Glimmlampe, Voltmeter und Potentiometer dienen zur Skaleneichung.

Selbstschalter, die kurz vor dem Nulldurchgang eingeschaltet werden, schalten selbst Kurzschlüsse mit hohem Effektivwert leicht ab. Eine Einschaltung bei etwa 30° hat infolge der längeren Belastung mit weit höheren Stromwerten eine ungleich größere Beanspruchung des Prüflings zur Folge. Eine Kurzschlußprüfung mit Wechselstrom ist also als richtige Prüfung nur dann zu werten, wenn die Einschaltungen sämtlich bei bestimmten Augenblicksspannungen erfolgen. Eine Einrichtung, die derartige Schaltungen ermöglicht, kurz Synchronschalteinrichtung genannt, sei im folgenden beschrieben.

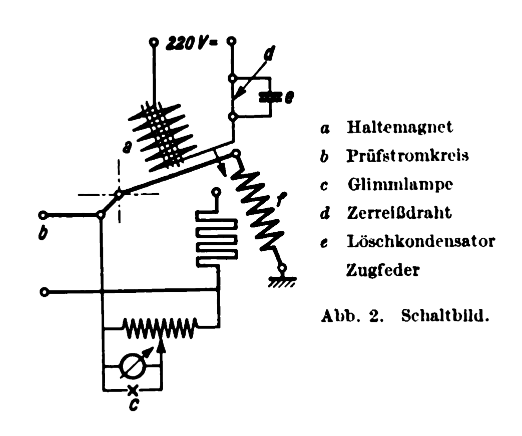


Abb. 2. Schaltbild.

Grundsätzlich unterscheidet sich das Gerät (Abb. 1) von der bisher üblichen Anordnung dadurch, daß die Einschaltung des Schaltschützes nicht unmittelbar über ein System synchron umlaufender Kontaktscheiben erfolgt, sondern durch Zerreißen eines dünnen Drahtes, der in die Bahn eines synchron umlaufenden Zerreißstiftes eingeführt wird. Der Zerreißdraht liegt entweder parallel zur Erregerwicklung des Schaltschützes, schließt also die Wicklung bis zum Augenblick der Schaltung kurz, oder aber er liegt in Reihe mit dem Haltemagnet einer Schaltanordnung, die durch Federkraft betätigt wird (Abb. 2).

Der Zerreißstift wird durch einen Synchronmotor angetrieben, jedem Punkt seiner Bahn entspricht also ein bestimmter Augenblickswert des Wechselstroms bzw. der Wechselspannung der zu schaltenden Phase, wenn letztere gleiche Frequenz mit den Phasen des Motors hat. Der Einschaltpunkt wird in einfacher Weise durch Verstellen des Motorständers geändert, der auf Flanschen drehbar gelagert ist. Durch eine Klemmvorrichtung kann der Motor in jeder Lage festgeklemmt werden.



Eine sinnreiche Einrichtung gestattet Synchronschaltungen ohne zeitraubende und umständliche oszillographische Eichungen auch bei Phasen, deren Amplitude und Phasenlage gegenüber den Motorphasen beliebig ist. Die Einrichtung besteht im wesentlichen aus einer Glimmlampe, die über einen Spannungsteiler an der zu schaltenden Phase liegt. Die Spannung an der Lampe wird unabhängig von der jeweiligen Phasenspannung fest eingestellt. Die Lampe steht unter einer synchron umlaufenden Scheibe derart, daß sie nach entsprechender Drehung der Scheibe durch eine Bohrung nahe dem Scheibenrand und im Gestellbrett gesehen werden kann.

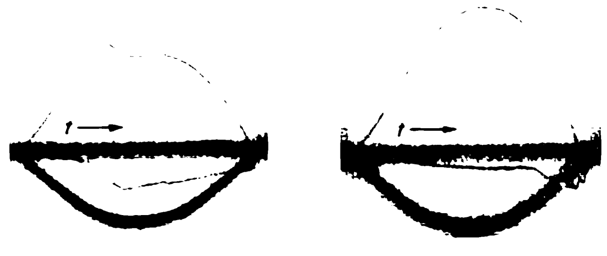


Abb. 3. Strom- und Spannungsverlauf bei Nullpunktschaltungen.

Die Wirkungsweise der Einrichtung ist folgende: Wie bereits dargelegt, entspricht jede Stellung der umlaufenden Scheibenbohrung einem bestimmten Phasenwinkel der zu schaltenden Spannung, d. h. also einem bestimmten Augenblickswert der Spannung an der Glimmlampe. Wird die Glimmlampe längs des Scheibenrandes verschoben, so muß die Lampe durch die umlaufende Scheibenbohrung hell oder dunkel zu sehen sein, je nachdem, ob sie in der jeweiligen Stellung von der Scheibenbohrung im gezündeten oder erloschenen Zustand gequert wird. Die gleiche Wirkung wird wieder erreicht, wenn die Glimmlampe feststeht und der Ständer gedreht wird. In diesem Falle erscheint die Bohrung im Gestellbrett hell oder dunkel, je nachdem, ob die Scheibenbohrung in jeweils einem Augenblick vorüberläuft, in dem die Augenblicksspannung an der Lampe oberhalb der Zünd- oder unterhalb der Löschspannung liegt.

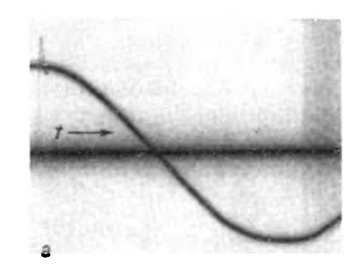


Abb. 4a. Zwei Maximalschaltungen auf einem Oszillogramm.



Abb. 4b. Einschaltung bei einem Vektorwinkel von 45°.

Beim Drehen des Ständers wird der Zündeinsatz genügend genau im Schaufenster erkennbar. Er entspricht einer bestimmten Augenblicksspannung und damit einem bestimmten Phasenwinkel der zu schaltenden Phase. Bei dieser Ständerstellung wird bei einem Phasenwinkel geschaltet, der lediglich durch die Zündspannung der Lampe, durch die Schützverzögerung und durch die räumliche Anordnung der Bohrungen, des Zerreißstiftes und des Zerreißdrahtes bedingt ist. Dieser Phasenwinkel ist einmalig im Oszillogramm zu ermitteln und auf der Skala festzulegen.

Zur Skaleneichung ist also der Ständer zu drehen, bis das Schaufenster hell-dunkel erscheint. Dann wird die Skala verschoben, bis eine Marke auf der Skala unter dem Ständerzeiger liegt. Die Skala ist in dieser Lage festzuklemmen. Damit ist das Gerät geeicht. Die Phasenwinkel, bei denen geschaltet werden soll, können jetzt ohne weiteres nach der Skala eingestellt werden.

Noch eine Einrichtung ist zu erwähnen, die es gestattet, das Auswechseln der Zerreißdrähte nach jeder Schaltung halb selbsttätig, lediglich durch Drehen eines Knebels um 180° vorzunehmen. Dadurch wird erreicht, daß das Gerät nach der Schaltung in kürzester Zeit wieder schaltbereit ist. — Die Oszillogramme Abb. 3 und 4 wurden zur Überprüfung des Einschaltaugenblicks bei Schaltungen mit dem Synchronschalter aufgenommen. Sie beweisen das genaue Arbeiten des beschriebenen Gerätes.

Die Schalteinrichtung kann in ein fahrbares Gestell von geringen Abmessungen eingebaut werden und ist so auch in Laboratorien mit beschränkten Raumverhältnissen verwendbar.

Zusammenfassung.

Es wurde eine Schalteinrichtung beschrieben, die es ermöglicht, Schaltvorgänge bei beliebig wählbaren Zeitwerten der Wechselspannung einzuleiten. Das Gerät wird bereits mit bestem Erfolg zum Prüfen von Installations-Selbstschaltern und Sicherungspatronen verwendet.

Die „durchsichtige" Photokathode und ihre Eignung für elektronenoptische Systeme und Fernsehübertragung.

621. 397. 331. 2

I. Durchsichtige Silberschichten, deren Durchlässigkeit im Glühlampenlicht etwa 25 % beträgt, werden mit einer lichtelektrisch wirksamen Schicht vom Typus $Ag—Cs_2O—Cs$ versehen[1]). Die spektrale Empfindlichkeit solcher Kathoden, aufgenommen einmal im auffallenden Licht und einmal im durchfallenden Licht durch die Glaswand, wird angegeben. Dabei zeigt sich, daß das „langwellige" Maximum im Gegensatz zu lichtelektrischen Zellen mit lichtundurchlässigen Trägerschichten im auffallenden Licht nur sehr schwach in Erscheinung tritt, während es bei durchfallendem Licht gänzlich verschwindet. Nach kürzeren Lichtwellenlängen zu steigt dagegen die Ausbeutekurve sehr stark an.

Eine solche „durchsichtige" Kathode wird, ebenso wie in der folgenden Arbeit, zur Abbildung in einem elektronenoptischen System benutzt, wobei auch infrarotes Licht auf die lichtempfindliche Schicht geworfen wird.

II. Von Heimann[2]) wird eine Anordnung zur Abbildung einer durchsichtigen Photokathode beschrieben. Das auf eine Plankathode, wie sie für Fernsehübertragung erforderlich ist, geworfene Lichtbild wird in ein Elektronenbild verwandelt, das auf einem Fluoreszenzschirm sichtbar wird. Als Elektronenlinse kann eine elektrische, eine magnetische oder eine aus beiden vereinigte Linse dienen. Im Hinblick auf die Verwendung solcher Abbildungssysteme für die Zwecke der Bildübertragung wurden auch zwei wichtige Schichtenarten (Cäsium- und Rubidiumschichten) in ihrem spektralen Verlauf angegeben. Die mit verhältnismäßig niedrigen Anodenspannungen (1500 bis 2500 V) erhaltenen Elektronenbilder werden mit Lichtbildern verglichen. Dabei wird der Unterschied zwischen der Abbildung mit einer kurzen und einer langen Magnetspule gezeigt. Während bei der langen Spule der auf der Kathode scharf abzubildende Bereich größer ist, liefert die kurze Spule bei kleinerem Abbildungsbereich schärfere Bilder. Die Vergrößerung des Elektronenbildes war im angegebenen Falle zweifach.

Sb.

[1]) W. Kluge, Z. Physik 93 (1935) S. 789.
[2]) W. Heimann, Elektr. Nachr.-Techn. 12 (1935) S. 68.



RUNDSCHAU.

Leitungen.

621. 315. 211. 9 **Das Gaspolsterkabel.** — Dieses neue Hochspannungskabel weist zwischen der Außenschicht der normal getränkten Papierisolation und dem Bleimantel eine große Zahl von Gaspolstern auf, die aus Druckgas von etwa 12 at bestehen. Die Abb. 1 zeigt den Aufbau. Auf der Isolation *a* liegt zunächst der in offener Schraube gewickelte, aus metallisiertem Papier bestehende Abstandshalter *b*. Darüber befindet sich eine mit *e* bezeichnete Schicht aus perforiertem Papier, über dieser der äußere

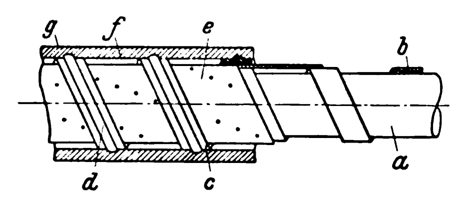


Abb. 1. Aufbau des Gaspolsterkabels.

Abstandshalter *c*. Er wird gehalten von einem Band aus leicht schmelzbarem Metall *d*, das beim Aufpressen des Bleimantels mit diesem gewissermaßen verlötet wird. So entsteht ein schraubenförmiger Hohlraum, der durch die perforierte Papierlage *e* in einen äußeren und einen inneren Teil getrennt wird. Die Unterteilung dieses Gasraumes in zahlreiche nicht miteinander in Verbindung stehende Zellen geht wie folgt vor sich: Nach Aufbringen des Bleimantels auf das getränkte und mit den Abstandshaltern und der Trennschicht versehene Kabel wird es mit unmagnetischen Bändern bewehrt und der Raum zwischen der Trennschicht und dem Bleimantel mit Tränkmasse gefüllt. Diese verbleibt wegen ihrer Zähigkeit zum größten Teil in dem Außenraum, nur wenig dringt durch die Löcher in den Innenraum. Letzterer wird nun mit dem Druckgas gefüllt, nachdem die Kabelenden gasdicht verschlossen worden sind. Allmählich sinkt dann unter dem Einfluß der Schwerkraft die Tränkmasse aus dem äußeren Hohlraum durch die Perforation teilweise in den inneren Hohlraum eindringend nach unten, entsprechend steigt das Gas nach oben und füllt schließlich die etwa halbringförmigen zellenartigen Hohlräume, welche aus dem ursprünglich schraubenförmig gewundenen Gesamthohlraum durch die ebenfalls halbringförmigen Tränkmassepfropfen entstanden sind. So entstehen zahlreiche Gaspolster. (Anm. d. Ber.: Ob dieser nicht axialsymmetrische Aufbau sich im Dauerbetrieb bewähren wird, bleibt abzuwarten; er könnte zu einer Verarmung der obersten, d. h. höchstgelegenen Schicht der Papierisolation an Tränkmasse führen.) Für eine Betriebsspannung von 33 kV soll der Vorteil des Kabels nur in einer Gewichtsersparnis liegen, bei 66 kV und darüber aber sinken die Herstellungskosten, verglichen mit einem Kabel normaler Bauart, außerdem soll die Belastbarkeit erheblich größer sein. Als Vergleichszahlen werden für 66 kV und 450 A Belastung genannt: Das Gaspolsterkabel braucht 225 mm^2 Leiterquerschnitt und hat einen größten Durchmesser von 50 mm; für das festisolierte Vergleichskabel gleicher Spannung und Belastung sind die entsprechenden Werte 323 mm^2 und 71 mm. Die Betriebstemperatur soll um 10 ° höher liegen (75 ° statt 65 °). [Electr. Rev., Lond., 117 (1935) S. 13.] *Eg.*

621. 316. 11 **Graphische Berechnung elektrischer Kraftübertragungen.** — Geht man bei der Berechnung elektrischer Kraftübertragungen von einer konstanten Spannung am Anfang der Leitung aus, so läßt sich, zunächst ohne Berücksichtigung der Leitungskapazität, ein Spannungsabfalldiagramm entwerfen, das für eine gegebene Leitung neben der Spannung am Ende der Übertragung auch Aufschluß über die zugehörigen Übertragungsleistungen, Verluste und Wirkungsgrade gibt. Umgekehrt können einem so entworfenen allgemeinen Diagramm auch die Entfernungen entnommen werden, über die gegebene Leistungen bei vorgeschriebenem Spannungs- oder Leistungsverlust übertragbar sind. Blondel zeigt in seiner Arbeit nun weiter, daß das gleiche Diagramm auch auf Leitungen mit verteilter Kapazität erweiterungsfähig ist, da man diese als einen Sonderfall eines Systems mit zweiseitiger Speisung und Lieferung auffassen kann. Über diese Berechnungsweise ist von Blondel an anderer Stelle[1]) eingehend berichtet worden. Die Rechnung mit hyperbolischen Funktionen ergibt für diesen Fall die Möglichkeit, eine verhältnismäßig einfache Diagrammkonstruktion vorzunehmen, bei der Spannungen und Ströme wiederum in einem Diagramm vereinigt werden können. Anstatt von einer konstanten Spannung am Anfang der Übertragung auszugehen, kann auch die Konstanz der Endspannung gefordert werden. Legt man diese Bedingung einer graphischen Leitungsberechnung zu Grunde, so erhält man im Gegensatz zum Spannungsabfalldiagramm ein solches der Spannungserhöhung vom Ende gegen den Anfang der Leitung zu. Auch in einem derartig aufgebauten Diagramm lassen sich Ströme, Leitungen und Verluste darstellen. Der Verfasser zeigt weiter, daß sich durch eine einfache Konstruktion die Übertragungsdaten am Anfang und Ende der Leitung gegenseitig in Beziehung bringen lassen, so daß es möglich ist, beide Zustände aus einem einzigen allgemeinen Diagramm zu ermitteln. Wird ein solches auf Verhältniszahlen aufgebaut, so hat es den großen Vorteil, einmal in großem Maßstab gezeichnet, für jeden Übertragungsfall durch Eintragung der gegebenen Werte sofort die gewünschten erkennen zu lassen. Ein Vergleich beider Diagramme für Spannungsabfall und Spannungserhöhung zeigt, daß das letztere einfachere Konstruktionen bedingt, und zwar auch dann, wenn es in allgemeiner Darstellung auf die Bedingung konstanter Anfangsspannung der Leitung bezogen wird. Für die Bestimmung der Leistungen sind dabei verschiedene Wege möglich. Entweder liest man die Wirk- und Blindleistungen innerhalb der Diagramme auf entsprechend eingetragenen Skalen ab, oder man benutzt hierfür besondere Koordinatendarstellungen, die sich aus Kurven gleicher Leistungen oder gleicher Verluste zusammensetzen können und die sich trotz etwas erhöhtem Rechenaufwand leicht zeichnen lassen. — Gegenüber diesen von Blondel zusammenfassend und eingehend dargestellten graphischen Verfahren, die durch zahlreiche Beispiele veranschaulicht werden, ist zu bemerken, daß sich in der deutschen Praxis heute auch die numerischen Berechnungen, vor allem nach Entwicklung genügend genauer Näherungsformeln[2]) mehr und mehr eingeführt haben, weil sie vor allem bei Leitungen mit Zwischenentnahmen, wie sie praktisch meist vorliegen, weniger Zeitaufwand erfordern als graphische Konstruktionen und einen zur Beurteilung der Übertragungsverhältnisse vollkommen ausreichenden Überblick geben. [A. Blondel, Rev. gén. Électr. 37 (1935) S. 363, 395, 440 u. 473.] *v. M.*

621. 316. 064 **Bestimmung der nach Kurzschlüssen wiederkehrenden Spannung**[3]). — Die Anstiegsteilheit und Höhe der nach einem Kurzschluß in Gestalt einer Schwingung wiederkehrenden Spannung in einem Netz beeinflußt maßgeblich den Abschaltvorgang des den Kurzschluß unterbrechenden Leistungsschalters und ist ein wichtiges Bestimmungsstück für die Leistungsfähigkeit des Schalters[4]). Die rechnerische Bestimmung der Frequenz der wiederkehrenden Spannung und der Höhe des Spannungsanstieges ist deshalb eine dringende Notwendigkeit für die Auslegung von Leistungsschaltern in Netzen. Die sichersten Unterlagen für die Bestimmung der Frequenz des Einschwingvorganges geben Kathodenstrahloszillogramme, die in letzter Zeit schon häufig bei Kurzschlußversuchen in Netzen aufgenommen worden sind. Aus ihnen geht auch klar hervor, daß in den meisten Fällen nicht ein einfacher, sondern mehrere gekoppelte Schwingungskreise vorliegen. Amerikanische Untersuchungen haben ergeben, daß man im allgemeinen ein

1) A. Blondel, Rev. gén. Électr. 35 (1934) S. 635.
2) A. v. Timascheff, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 10 (1931) H. 3.
3) Vgl. VDE-Fachberichte 1935, S. 39 u. 42.
4) J. Biermanns, ETZ 50 (1929) S. 1074.



Netz auf einen von fünf grundsätzlichen Schwingungskreisen zurückführen kann, deren wiederkehrende Frequenzen sich berechnen lassen. Auf die übersichtliche Zusammenstellung der erforderlichen Überführungsgleichungen für diese Grundschwingungskreise in Aufstellungen und Kurven und auf die ausführliche Anweisung für das im Einzelfall einzuschlagende Verfahren bei der Bestimmung der wiederkehrenden Frequenz und Spannung eines Netzes kann hier nur verwiesen werden. Es ist schwierig, in jedem Falle zu entscheiden, welche der vorkommenden Kapazitäten und Induktivitäten des Netzes maßgeblich und welche zu vernachlässigen sind, bzw. mit welchen Werten sie in die Rechnung eingesetzt werden sollen. Es wird daher empfohlen, bei allen Gelegenheiten aus aufgenommenen Schleifen- und Kathodenstrahl-Oszillogrammen rückwärts unter Verwendung der angegebenen Grundschwingungskreise und ihrer Formeln die wirksamen Kapazitäts- und Induktivitätswerte zu bestimmen. Die Anstiegsteilheit der Spannung kann unter gewissen vereinfachenden Annahmen aus einer vorausgesetzten Änderungsgeschwindigkeit des Stromes im Augenblick der Unterbrechung und dem „Schwingungswiderstand" des Netzes errechnet werden. Es wird noch angegeben, daß im allgemeinen die höchsten Anstiegsteilheiten durch Umspanner und Strombegrenzungs-Drosselspulen verursacht werden. Sind letztere widerstandsüberbrückt, so setzen die Widerstände den Schwingungswiderstand herab. Die Schwingungswiderstände von Umspannern mit durch Kapazitäten geschildeten Wicklungen sind wegen der größeren inneren Kapazitäten geringer als die gewöhnlicher Umspanner. Den geringsten Schwingungswiderstand haben sehr lange Kabel im unmittelbaren Anschluß an den unterbrechenden Schalter. [E. W. B o e h n e, Electr. Engng. 54 (1935) S. 530.] *Gd.*

Elektromaschinenbau.

621. 313. 323. 027. 7-573 **Selbsttätige Anlaßverfahren für Hochspannungs-Synchronmotoren.** — In der letzten Zeit sind für Synchronmotoren vereinfachte selbsttätige Anlaßverfahren entwickelt worden, die an das Bedienungspersonal schaltungstechnisch keine höheren Anforderungen stellen als die Anlaßverfahren von Asynchronmotoren. Kleine Synchronmotoren werden meist direkt eingeschaltet, bei größeren Maschinen wird mit Einschaltung über Sterndreieckschalter oder Anlaßtransformator gearbeitet. Auch mehrstufige Schaltungen mit Anlaßtransformator und Drossel sind für besonders große Maschinen bekanntgeworden[1]). In allen Fällen erfolgt die Einschaltung des Ständers bei stark geschwächtem Feld, für dessen selbsttätige Verstärkung ebenso wie für die selbsttätige Umschaltung auf volle Spannung gesorgt wird. Bei Maschinen bis zu etlichen hundert kW Leistung wird meistens mit einem einfachen Zeitschaltverfahren gearbeitet, d. h. die Feldverstärkung wird nach einer konstanten Zeit nach Einschaltung des Hochspannungsschalters selbsttätig vorgenommen. Bei größeren Maschinen ist es dagegen zweckmäßig, den physikalischen Zustand der Maschine, die Höhe der Umdrehungszahl, das Abklingen des Anlaßstromes usw. relaismäßig festzustellen, ehe die nächste Schalthandlung eingeleitet wird.

Abb. 2 zeigt das Schaltbild für einen Synchronmotor mit mechanisch gekuppelter Erregermaschine, geeignet für unmittelbare Einschaltung mit voller Netzspannung. Die Schaltung ist hierbei der besseren Übersichtlichkeit halber als Schaltfolgendiagramm gezeichnet[2]), wobei jedem Gerät gleiche Nummern für Spulen und Kontakte zugeordnet sind und die Aufeinanderfolge der Stromkreise der zeitlichen Reihenfolge der Anlaßvorgänge entspricht. Die Einschaltung des Synchronmotors erfolgt durch den Druckgasschalter *1*, der mittels eines an beliebiger Stelle angeordneten Druckknopfschalters *14* betätigt wird. Durch Blockierungskontakte im Einschaltstromkreis wird sichergestellt, daß der Nebenschlußregler *3* in der Anlaßstellung steht und daß der Feldschwächungsautomat *4* ausgeschaltet ist. Der Feldschwächungs- bzw. Anlaufschutzwiderstand wird meist mit etwa zehnfachem Feldwiderstand ausgeführt. Die Isolation des Läufers ist im allgemeinen so stark, daß die bei geschlossenem Läuferkreis im Einschaltaugenblick vom Ständer her induzierten Überspannungen nicht gefährlich werden, in Sonderfällen kann

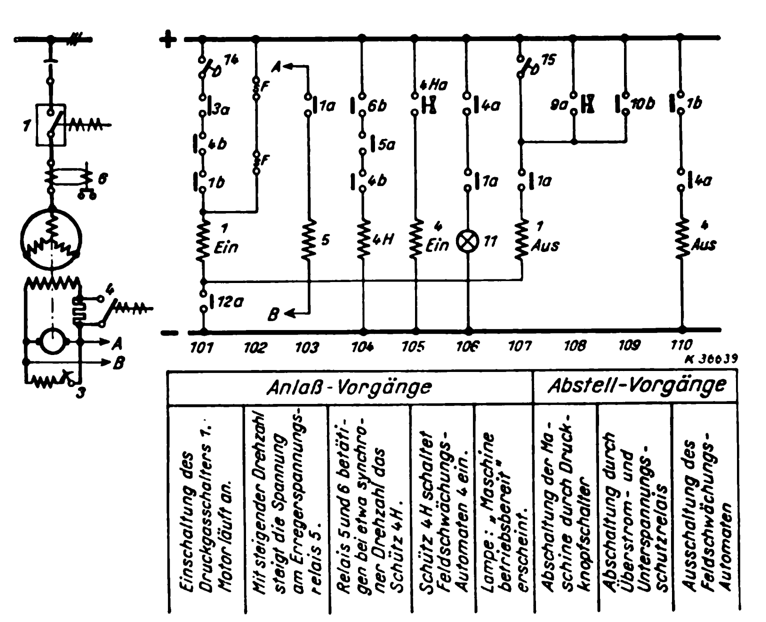


Abb. 2. Schaltfolgenplan des selbsttätigen Anlaßverfahrens.

durch Überspannungsableiter oder Widerstände parallel zur Feldwicklung Abhilfe geschaffen werden. Bei Einschaltung des Druckgasschalters *1* läuft der Motor in bekannter Weise asynchron an. Mit wachsender Drehzahl steigt auch die Spannung an der Erregermaschine, an deren Klemmen das Erregerspannungsrelais *5* liegt. Da bei einer bestimmten Stellung des Nebenschlußreglers eingeschaltet wurde, ist die Spannung der Erregermaschine in dem in Betracht kommenden Bereich von 10 bis 0 % Schlupf der Maschinen-Umdrehungszahl proportional. Das Relais *5* gibt bei z. B. 95 % der synchronen Drehzahl Kontakt, wobei die Netzfrequenz als gleichbleibend vorausgesetzt ist. Leer oder mit Teillast anlaufende Maschinen fallen oft auch ohne diese Erregungsverstärkung in Tritt, eine besonders genaue Einstellung der Erregerspannungsrelais ist mithin nicht erforderlich. Als weiteres Zeichen des ordnungsgemäß verlaufenden Anlaßvorganges kann das Abklingen des Anlaßstromes benutzt werden, das sich durch ein Stromrelais leicht feststellen läßt. Sind beide Voraussetzungen erfüllt, so wird nach kurzer Zeitverzögerung mittels des Hilfszwischenschützes *4H* der Feldschwächungsautomat *4* selbsttätig eingeschaltet, um den Motor endgültig in Tritt zu ziehen und das Netz von der Blindstromabgabe zu entlasten. Hiermit sind die Schalthandlungen beendet, was durch eine geeignete Signalvorrichtung angezeigt wird. Messungen haben ergeben, daß ein 1250 kW-Synchronmotor in etwa 15 s auf die Nenndrehzahl von 125 U/min kommt. Die Maschine weist fast keine ausgeprägte Einschaltspitze auf. Besitzt der Motor keine mechanisch gekuppelte Erregermaschine, wie dies besonders bei langsam laufenden Maschinen oder bei Aufstellung in explosionsgefährdeten Räumen der Fall ist, so wird zur Anzeige der Umlaufszahl ein besonderer kleiner Drehzahlsender (Tourendynamo) mit der Hauptwelle gekuppelt und das Anlassen der Hilfsmaschinen mit in die selbsttätige Schaltfolge aufgenommen. [B. F l e c k, AEG-Mitt. (1935) S. 293.] *Sb.*

Apparate und Stromrichter.

621. 314. 57. 025. 1 **Die Berechnung des einphasigen Reihenwechselrichters bei ohmscher Belastung.** — Im Anschluß an eine frühere Arbeit des Verfassers über den Parallelwechselrichter[1]) wird von W. S c h i l l i n g die zweite grundsätzliche Wechselrichterschaltung bei ohmscher Belastung behandelt. Dabei wird zunächst die prak-

[1]) Vgl. J. Amer. Inst. electr. Engr. 47 (1928) S. 136.
[2]) ETZ 56 (1935) H. 11, S. 317; AEG-Mitt. Bahnbetr. (1929) H. 6, S. 12.

[1]) Arch. Elektrotechn. 29 (1935) S. 119.

tische Wechselrichterschaltung auf Ersatzschaltverbindungen zurückgeführt, die in übersichtlicher Weise das Wesen der praktischen Schaltung erkennen lassen und zur rechnerischen Behandlung geeignet sind. Das Ergebnis der rechnerischen Behandlung ist eine Reihe von Kurvenbildern, die den Einfluß der Schaltelemente auf die Arbeitsweise des Reihenwechselrichters zeigen und Spannung und Stromkennlinien für veränderliche Frequenz und Belastungswiderstand enthalten. Diese Kennlinien werden mit denen des Parallelwechselrichters verglichen. Die Kennlinien zeigen z. B., daß beim Reihenwechselrichter bei Entlastung (zunehmendem Belastungswiderstand) die abgegebene Spannung fällt und damit die Leistung in verstärktem Maße abnimmt. Das steht im Gegensatz zum Verhalten des Parallelwechselrichters, der ein Steigen der abgegebenen Spannung bei zunehmendem Belastungswiderstand zeigt, was trotz zunächst fallender Leistung schließlich ein unerwünschtes Steigen derselben zur Folge hat. Maßgebend für den Bereich der Kennlinien, der praktisch verwendet werden kann, ist die Beanspruchung der Stromrichtergefäße insbesondere beim Umschaltvorgang. Daher wird die negative Anodenspannung bei Ablösung der Gefäße und die „negative Sperrzeit" des Reihenwechselrichters in Abhängigkeit von Belastung und Frequenz angegeben. Die „negative Sperrzeit", während der beim Umschaltvorgang negative Anodenspannung am gesperrten Stromrichtergefäß liegt, ist auch wichtig in bezug auf die Sperrfähigkeit des Stromrichtergefäßes bei höheren Frequenzen. [W. Schilling, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 7, S. 459.]

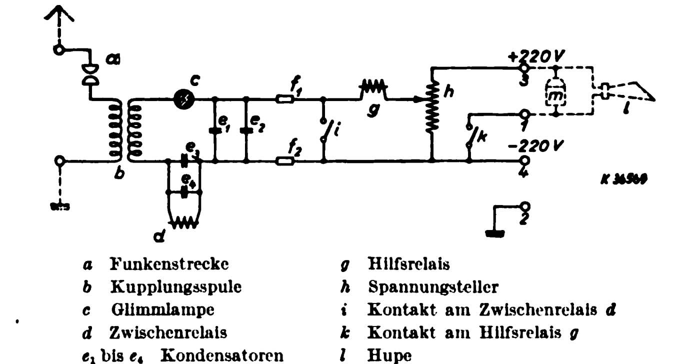
Verkehrstechnik.

621. 335. 2 (436) **Die Einheitslokomotive Reihe 1170.200 der Österreichischen Bundesbahnen.** — Die Österreichischen Bundesbahnen haben in Weiterentwicklung der seit 1927 bei ihnen in Verwendung stehenden elektrischen Lokomotiven der Achsfolge Bo—Bo mit der Reihenbezeichnung 1170[1]) und 1170.100 eine Einheitsbauart mit der gleichen Achsanordnung und mit der Reihenbezeichnung 1170.200 geschaffen, von der vorläufig sechs Stück zur Ausführung gelangten. Die Lokomotive wurde gegenüber ihren Vorgängerinnen in jeder Hinsicht verstärkt. Sie besitzt einen Achsdruck von 20 t und ist für eine Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h ausgelegt und daher in erster Linie dazu bestimmt, Personen- und Güterzüge zu führen. Die Drehgestelle sind kurz gekuppelt und tragen die Zug- und Stoßvorrichtung. Der Oberkasten stützt sich in drei Punkten abgefedert auf jedes Drehgestell. Der Radstand der Drehgestelle beträgt 3100 mm, die gesamte Länge der Lokomotive über Puffer 12 920 mm, der Raddurchmesser 1350 mm. Der Fahrzeugteil samt Antrieb und Vorgelegen wiegt 46 800 kg, der elektrische Teil 32 800 kg. Der Transformator besitzt eine Stundenleistung von 1740 kVA + 60 kVA für die Hilfsbetriebe und ist als Kerntransformator mit natürlichem Ölumlauf und Großoberflächenkühlung gebaut. Die vier Triebmotoren entwickeln einstündlich je 400 kW bei 840 U/min, entsprechend einer Fahrgeschwindigkeit von 47 km/h, zusammen also rd. 2200 PS. Die Übersetzung der gerade-flankigen Zahnräder mit Feineinstellung beträgt 1 : 4,43. Die Hohlwellen übertragen das Drehmoment auf die Achsen mit dem Federantrieb. Die elektropneumatische Schützensteuerung wird mit 24 V Gleichstrom betrieben und regelt die Leistungsabgabe in 17 Fahrstufen. Die Doppelwendeschalter sind als Nockenschalter ausgebildet und erhielten für das Fahren und elektrische Bremsen getrennte Walzen mit gesonderten Antrieben. Als Hauptschalter wurde wie bisher ein Ölschalter mit dem vereinheitlichten Antrieb verwendet. Beim elektrischen Bremsen werden die Fahrmotoren stufenweise mit Wechselstrom erregt und arbeiten auf feste Widerstände, die, auf dem Dach der Lokomotive angebracht, von der Transformatorabluft bestrichen werden. Die Lokomotive besitzt außer der elektrischen Bremse die Druckluftbremse für sich und den Wagenzug und die Saugluftbremse für den Wagenzug. Handspindelbremsen auf jedem Führerstand wirken nur auf das zugehörige Drehgestell. Die Kühlluft wird von zwei Doppelsätzen erzeugt, die durch je einen Motor angetrieben werden. Als Druckluftpumpe wurde erstmalig ein Verdichter verwendet, bei dem die Luft durch gegenläufige Flügel nach Art der Kapselgebläse in mehreren Stufen verdichtet wird. Die sechs Lokomotiven stehen seit Beginn des Jahres 1935 in Verwendung und versehen seither zur vollen Zufriedenheit ihren Dienst. [W. Orel, Elektrotechn. u. Maschinenb. 53 (1935) S. 277.] *Sb.*

[1]) Vgl. L. Mandich, Elektrotechn. u. Maschinenb. 46 (1928) S. 1153.

Fernmeldetechnik.

621. 398. 015. 3 : 621. 396. 61 **Gewitteranzeigevorrichtung zum Schutz von Sendeanlagen.** — Während die üblichen Sicherungsmaßnahmen gegen Blitzeinschläge im allgemeinen ihre Brauchbarkeit erwiesen haben, erfüllen sie jedoch für die Antennenmaste der Großsender, die einer Blitzgefahr besonders ausgesetzt sind, nur bedingt ihren Zweck. Es mußte daher ein Gerät geschaffen werden, das schon vor dem Blitzeinschlag während des üblichen Sendebetriebes den Gefahrenzustand erkennen läßt. Im Auftrage des Reichspostzentralamtes wurde eine Einrichtung geschaffen, die einen Blitzschutz mit vorbeugender Wirkung darstellt. Voraussetzung ist eine Hilfsantenne, die möglichst in unmittelbarer Nähe der zu schützenden Anlage anzubringen ist. Durch eine Hilfspannung (Abb. 3) wer-



a	Funkenstrecke	g	Hilfsrelais
b	Kupplungsspule	h	Spannungsteller
c	Glimmlampe	i	Kontakt am Zwischenrelais d
d	Zwischenrelais	k	Kontakt am Hilfsrelais g
e_1 bis e_4	Kondensatoren	l	Hupe
f_1, f_2	Widerstände	m	Zählrelais

Abb. 3. Schaltbild der Schutzeinrichtung.

den die Kondensatoren e_1 und e_2 über zwei hochohmige Widerstände f_1 und f_2 aufgeladen. Sie liefert der Glimmlampe c eine Vorspannung, die etwas unterhalb ihrer Zündspannung liegt. Erfolgt über die Funkenstrecke a ein Überschlag, so wird durch die in der Kopplungsspule b induzierte Spannung die Glimmlampe zum Zünden gebracht. Die aufgeladenen Kondensatoren e_1 und e_2 entladen sich dabei über die Glimmlampe und über das Zwischenrelais d. Das Abfallen des Relais d, das über seinen Kontakt i das Hilfsrelais g erregt, wird durch die Kondensatoren e_3 und e_4 verzögert. Der Kontakt k des Hilfsrelais g steuert eine Hupe und ein Zählrelais. Nachdem das Zwischenrelais d abgefallen ist, laden sich die Kondensatoren e_1 und e_2 über die Widerstände f_1 und f_2 wieder auf; die Einrichtung ist jetzt wieder zur Aufnahme des nächsten Funkenüberschlages bereit. Störsignale melden also nicht nur rechtzeitig die Blitzgefahr, sondern auch aus der Häufigkeit der ausgesandten Hupenzeichen den Wetterzustand, so daß in allen Fällen erforderliche Vorsichtsmaßnahmen ergriffen werden können. [AEG-Mitt. (1935) S. 270.] *f*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

537. 523. 5 **Stabilisierung von Lichtbogen durch Beschaffenheit der Elektrodenoberfläche.** — In Luft von Atmosphärendruck wurden kurze Lichtbogen von 3 mm Länge zwischen Kupfer- und Silberelektroden bei Stromstärken bis 10 A untersucht. Gewöhnlich ist dabei die Bogenspannung unregelmäßig und schwankt 15 bis 45 % um einen Mittelwert. Diese Schwankungen rühren nur zum kleinen Teile vom Umherlaufen des Kathodenflecks auf der Elektrode her. Durch sorgfältiges Polieren der Elektrodenoberfläche verschwinden die Schwankungen der Bogenspannung weitgehend. Dabei geht die Farbe des Kupferbogens von grün zu blau über. Spektroskopisch zeigte sich, daß der stabilisierte Bogen starke blaue Stickstoffbanden aufwies mit schwachen blauen und viel schwächeren grünen Kupferlinien. Benutzt man eine polierte und eine oxydierte Elektrode, dann ist

die Stabilität nur vorhanden, wenn die polierte Elektrode als Anode brennt. Die Kennlinien dieser Bogen stimmen weitgehend überein. — Der Silberbogen ist bei konstanter Bogenspannung blau und bei schwankender Spannung leuchtend weiß. Die Spannung schwankt zwischen zwei festen Werten bei polierten Elektroden, wobei das Spektrum und der Verlauf der Kennlinien für den niedrigeren Wert der Bogenspannung nicht erfaßt werden konnten. Für den höheren Wert ergeben verschiedene Bogen mit polierten Elektroden weitgehende Übereinstimmung. [C. G. Suits, Physics 5 (1934) S. 380.] *Lü.*

Hochspannungstechnik.

537. 311. 1 : 621. 315. 615. 2 **Stromleitung durch Transformatoröl bei hohen Feldstärken.** — An Gargoyle-Transformatoröl ausgeführte Untersuchungen ergänzen die verhältnismäßig wenigen Ergebnisse, die über die Stromleitung durch Isolierflüssigkeiten und deren Verlustwinkel bei höheren Feldstärken bisher vorliegen. Das an sich sehr reine Öl wurde vor den Versuchen einer sorgfältigen, über 10 bis 14 Tage erstreckten Entfeuchtung mit Kalzium und Natrium unterzogen und sodann unmittelbar in das Prüfgefäß gefiltert, das außerordentlich sorgfältig gereinigt und getrocknet worden war. Im Prüfgefäß waren zwei an den Rändern verrundete Messingkreisscheiben von etwa 5 cm Dmr. als Elektroden einander gegenübergestellt; ihr Abstand bei den Versuchen betrug 1,8 bzw. 3,8 mm. Zur Messung der Stromleitfähigkeit wurde hochgespannter, mit Hilfe einer Gleichrichterröhre gleichgerichteter Wechselstrom an die Elektroden gelegt und der Stromdurchgang durch das Öl mit einem hochempfindlichen Stromanzeiger gemessen. Zur Messung des Verlustwinkels diente eine abgeschirmte Schering-Brücke, deren Brückenstrom durch einen zweistufigen Röhrenverstärker verstärkt wurde. Aus den durch diese Messungen erhaltenen Schaulinien ergibt sich, daß für Feldstärken zwischen 2 und 12 kV/mm die Abhängigkeit des Durchgangstromes I von der angelegten Gleichspannung U näherungsweise durch die Beziehung: $I = k\,U^m$ wiedergegeben werden kann, wobei der Exponent m etwa bei 3 liegt. In dem Bereiche der Feldstärken von etwa 2 bis 4,7 kV/mm ergibt sich dieser Zusammenhang genauer aus der Gleichung: $U = U_0 + n\,I$, worin U_0 und n Unveränderliche darstellen. Bei einer Feldstärke von etwa 2 kV/mm lag der spez. Widerstand des untersuchten Öles höher als $4 \cdot 10^9$ MΩ/cm³. Der Leistungsfaktor des reinen, getrockneten Öles ergab sich für Feldstärken bis 2,7 kV/mm etwa in der Größenordnung von $5 \cdot 10^{-5}$, nahm aber bei Erhöhung der Feldstärke über diesen Wert sehr erheblich zu. Die Dielektrizitätskonstante des untersuchten Öles erwies sich als von der Feldstärke unabhängig.

Die Versuchsergebnisse weisen in Übereinstimmung mit der Theorie darauf hin, daß die Stromleitung in Isolierölen auf Ionenbewegungen und bei höheren Feldstärken auf Stoßionisation zurückzuführen ist. [J. F. Gillies, J. Instn. electr. Engr. 76 (1935) S. 647.] *O. N.*

Werkstatt und Baustoffe.

669. 23 + 669. 26 : 538. 22 **Legierungen aus unmagnetischen Komponenten.** — Die beiden an sich nur paramagnetischen Metalle Platin und Chrom bilden zwischen 7 und 18 Gewichtsprozent Legierungen mit ferromagnetischen Eigenschaften. Im Gegensatz zu den meisten übrigen bisher bekannten Legierungen aus unmagnetischen Komponenten ist hier der Ferromagnetismus nicht an das Vorhandensein einer intermetallischen Verbindung, sondern an einen Kristallbereich mit veränderlicher Zusammensetzung, und zwar ein Übergangsgebiet zwischen einer festen Lösung mit regelloser Atomverteilung und einer bei höheren Konzentrationen liegenden Verbindung $PtCr_3$ mit geordneter Atomverteilung geknüpft. Im einzelnen erreichen die Legierungen Sättigungsintensitäten $4\pi I_\infty$ bis 3000, d. h. die Hälfte der Magnetisierbarkeit des Nickels; die Curie-Punkte wurden zwischen 100° und 900° C gefunden, wobei sie auf der Pt-Seite zu tieferen Temperaturen absinken, bei den chromreicheren Proben dagegen zu höheren Wärmegraden verschwinden. Im sonstigen magnetischen Verhalten, insbesondere in den Permeabilitäts- und Hystereseeigenschaften zeigen die Legierungen keine Besonderheiten; eine technische Bedeutung dürfte ihnen daher nicht zukommen. [E. Friedrich und A. Kußmann, Physik. Z. 36 (1935) S. 185.] *Kmn.*

AUS LETZTER ZEIT.

Selbsttätige, fernmündliche Zeitansage in Berlin. — Die Deutsche Reichspost hat Mitte September d. J. im Ortsnetz Berlin eine selbsttätige Zeitansageeinrichtung in Betrieb genommen. Für die Stunden- und für die Minutenansage ist je eine Tonlampe und je eine Photozelle angeordnet. Der Tonschriftträger ist auf einer ständig umlaufenden Trommel untergebracht. Er enthält für jede Stundenzahl und für jede Minutenzahl je einen Streifen. Mit Hilfe einer genauen Uhr werden die Lichtstrahlen zu Beginn einer jeden Stunde bzw. Minute auf die richtigen Streifen des Tonschriftträgers (Stunden- und Minutenstreifen!) umgeleitet. Die lichtelektrischen Ströme werden in einem dreistufigen Sonderverstärker verstärkt und über Übertrager den Kontaktbänken (Gruppenbändern) zugeleitet, über welche die Einrichtung von den Fernsprechbenutzern erreicht wird.

Alle vier Sekunden werden die laufende Stunde und Minute angesagt. Drei Sekunden vor Ablauf der Minute wird mit Hilfe der Uhr ein Summerton angelegt, der genau mit dem Ende der Minute abgeschaltet wird. Die Ansage von Stunde und Minute genügt bereits den meisten Anrufern; durch die genaue Zeitansage mittels des Summertons am Ende jeder Minute wird die Einrichtung auch erhöhten Ansprüchen gerecht. Einen Vorläufer hat die Einrichtung in München, wo nach einem etwas anderen Verfahren schon seit 1930 Zeitsignale gegeben werden. *Mdl.*

Das Passamaquoddy-Flutkraftwerk. — In der ETZ 48 (1927) S. 831 brachten wir eine Beschreibung der Anlagen eines im Staate Maine, V. S. Amerika, geplanten Flutkraftwerkes, an dem auch die Provinz New-Brunswick sowie das Land Kanada interessiert sind. Die Pläne sind nun so abgeändert worden, daß vorerst nur die zu den V. S. Amerika gehörenden Wasserflächen ausgenutzt werden, entsprechend der ersten Stufe des seinerzeit beschriebenen Ausbauplanes. Die Regierung der V. S. Amerika hat für den Bau 36 Mill Dollar vorgesehen und dem Corps of Engineers of the United States Army die Bauleitung übertragen. Mit den Arbeiten wurde bereits begonnen. Dieser erste Ausbau wird etwa 100 000 PS nutzbar machen und schätzungsweise 250 MWh im Jahre liefern. Wir werden über Einzelheiten der Ausführung später noch berichten.

Elektromagnetische Post. — Das Schwachstrominstitut des Kommissariats für Telephonie in der UdSSR hat den schon vor vielen Jahren andernorts erwogenen Plan einer elektromagnetischen Post aufgegriffen und plant den Bau einer solchen Anlage. Der Grundgedanke ist folgender: In einem Rohr, das von einer Reihe von Spulen umfaßt wird, bewegt sich unter der Einwirkung des Magnetfeldes dieser Spulen eine spitzauslaufende Hülse. Jedesmal, wenn die Hülse die Mitte einer Spule erreicht, unterbricht die Hülse selbst über Kontakte an der Rohrwand den Strom dieser Spule und setzt ihren Weg zur nächsten Spule fort. *T. S.*

Eisenbahnelektrisierungen in Rußland. — Am 1. 10. d. J. wurde auf der Eisenbahnstrecke Nikopol—Apostolowo der elektrische Betrieb aufgenommen[1]). Anschließend sollen die Strecken Nikopol—Saporoshje und Apostolowo—Dolginzewo, also die Verlängerungen der obigen Strecke, auf elektrischen Betrieb umgestellt werden. Die Elektrisierungsarbeiten auf der letzteren Strecke sind im großen und ganzen ebenfalls bereits beendigt.

Jubiläum. — Am 23. 9. 1935 beging die Telegraphen-Bauanstalt Rudolph Krüger, Berlin SO 16, den Tag ihres 75jährigen Bestehens. Das von dem Mechaniker Rudolph Krüger im Jahre 1860 begründete Unternehmen befaßte sich ursprünglich mit der Herstellung von elektro-medizinischen Geräten, an deren Stelle später Telegraphenapparate traten. Nach Einführung des Fernsprechers wurde der Betrieb fast ausschließlich mit der Herstellung von Fernsprechgeräten für den öffentlichen Fernsprechdienst beschäftigt.

[1]) S. a. ETZ 56 (1935) H. 16, S. 455 (Karte).



VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus. Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631. Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

VDE-Fachberichte 1935.

Die Fachberichte unserer diesjährigen (37.) Mitgliederversammlung in Hamburg sind soeben in Buchform erschienen. Der Band „VDE-Fachberichte 1935" enthält außer den 47 Fachberichten auch die Aussprachen dazu, die Zusammenfassungen der Einführenden zu den einzelnen (12) Gruppen und 236 Abbildungen nach den vorgeführten Lichtbildern.

Trotz erhöhten Umfanges — 172 Seiten gegen 152 Seiten der VDE-Fachberichte 1934 — und trotz der höheren Zahl von Abbildungen — 236 gegen 200 — konnten die Preise gehalten werden:

für VDE-Mitglieder:

kartoniert	6,80 RM
in Halbleinen	9,— „

für Nichtmitglieder:

kartoniert	10,20 „
in Halbleinen	13,50 „

zuzüglich Versandspesen 0,50 RM.

Bestellungen erbitten wir an den VDE, Verlagsabteilung, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, oder an den Buchhandel. Die Lieferung erfolgt umgehend.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.



Betr.: Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.

Der VDE-Prüfstelle liegen Schalter vor, welche das Zeichen (KHVR) sowie das VDE-Zeichen tragen. Bei diesen Schaltern liegt eine unberechtigte Benutzung des Verbandszeichens vor, denn es hat bisher keine Firma für Waren mit dem oben erwähnten Firmenzeichen die Verbandszeichengenehmigung erhalten.

Vor dem Ankauf und dem Weitervertrieb solcher das VDE-Zeichen widerrechtlich tragenden Erzeugnisse wird hiermit gewarnt und gebeten, der Prüfstelle Mitteilung zu machen, falls dieselben jetzt noch irgendwo festgestellt werden.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Ordentliche Vereinsversammlung

am 24. September 1935 in der Technischen Hochschule Berlin.

Vorsitz: Herr Direktor Dr.-Ing. E. Krohne.

Vorsitzender: Im Namen des Herrn Prof. Matthias, der z. Z. verreist ist, eröffne ich die ordentliche Vereinsversammlung, zugleich die erste in diesem Wintersemester, und heiße Sie alle, insbesondere auch unsere Gäste, herzlich willkommen. Ich möchte der Hoffnung Ausdruck verleihen, daß es dem Verein auch in diesem Winter gelingen möge, in streng sachlicher Arbeit getreu seiner jahrzehntealten Tradition an der Weiterentwicklung der deutschen Elektrotechnik erfolgreich mitzuwirken.

Zunächst habe ich eine traurige Pflicht zu erfüllen und zweier unlängst Verstorbener zu gedenken: Am 9. September ist unser Korrespondierendes Mitglied, Herr Dr. Karl Sulzberger, ber. Ingenieur in Zollikon bei Zürich, am Herzschlag verschieden[1]). Er hat von 1898 ab dem Elektrotechnischen Verein als Mitglied angehört, also nahezu 40 Jahre. Während dieser langen Zeit war er eine Reihe von Jahren, in den letzten 10 Jahren ununterbrochen, Mitglied unseres Hauptausschusses. Für den Verein hegte er sehr lebhaftes Interesse, seine Bestrebungen förderte er nach besten Kräften. Dabei hat er insbesondere unsere Beziehungen zu dem Schweizerischen Elektrotechnischen Verein gepflegt. Bei dem 50jährigen Jubiläum des Elektrotechnischen Vereins hat er die Grüße und herzlichen Glückwünsche der Schweizer Fachgenossen überbracht; außerdem hat er an einem der Festtage des Jubiläums einen äußerst wertvollen Vortrag des Herrn Prof. Thury in Genf: „Kraftübertragung auf große Entfernungen durch hochgespannten Gleichstrom", den dieser wegen Krankheit nicht selbst halten konnte, in entgegenkommender Weise verlesen. Herr Dr. Sulzberger war ein sehr befähigter, tüchtiger und erfahrener Fachmann, der nicht nur in seiner Heimat, der Schweiz, sondern auch in deutschen und internationalen Fachkreisen sehr geschätzt und beliebt war. Wegen seiner großen Verdienste um die Elektrotechnik im allgemeinen und um den Elektrotechnischen Verein im besonderen hat ihn letzterer im Januar 1930 zu seinem Korrespondierenden Mitglied ernannt. Wir werden das Andenken an diesen ausgezeichneten Mann in hohen Ehren halten.

Weiterhin ist am 6. September Herr Siegfried Hartmann, der technische Hauptschriftleiter der „Deutschen Allgem. Zeitung", verstorben. Sein verdienstvolles Wirken und Schaffen auf dem Gebiete der technischen Berichterstattung wird in einem Nachruf in der nächsten Nummer der ETZ gewürdigt und geehrt werden[2]). Wir haben den aufrechten Mann sehr oft in unseren Vorträgen als Gast gesehen. Er hatte eine Vorliebe für den Elektrotechnischen Verein und besuchte seine Sitzungen häufig. Immer war er uns willkommen, denn er lieferte stets gehaltvolle und anschauliche Berichte über unsere Vorträge und Veranstaltungen und machte sie dadurch der breiten Öffentlichkeit zugängig. Auch das Andenken dieses Mannes werden wir treu bewahren. — Sie haben sich zu Ehren der Heimgegangenen von Ihren Plätzen erhoben; ich danke Ihnen. —

Wir kommen nun zu den geschäftlichen Dingen. Wie Ihnen erinnerlich ist, haben die Vereinsmitglieder in der ordentlichen Sitzung am 26. 2. 35 ihre Zustimmung zu einer Stiftung des Elektrotechnischen Vereins in Höhe von 251 000 RM Nennwert sowie zum Wortlaut der Stiftungsurkunde erteilt. Inzwischen hat der Herr Reichs- und Preuß. Minister für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung die Stiftung mit der Bezeichnung „Stiftung des Elektrotechnischen Vereins zur Förderung wissenschaftlicher Arbeiten der deutschen Elektrotechnik" genehmigt und die Herren Kuratoren bestätigt. Ferner sind vom 1. 7. 1935 ab die in die Stiftung eingebrachten Wertpapiere gemäß § 82 BGB. auf die Stiftung übertragen worden. Dadurch hat die Stiftung vom gleichen Zeitpunkt ab ihre Rechtsfähigkeit erlangt. Die in den §§ 8 und 10 der Verfassung der Stiftung bezeichneten Ämter (Vorsitzender, Schatzmeister usw.) werden in der nächsten Zeit besetzt werden.

Seit der ordentlichen Vereinsversammlung am 29. 5. sind 44 Neuanmeldungen eingegangen; ein Verzeichnis liegt hier aus.

In der nächsten ordentlichen Sitzung am 29. 10. wird Herr Dr. Nauk über: „Dielektrische Probleme

[1]) ETZ 56 (1935) H. 41, S. 1140.
[2]) ETZ 56 (1935) H. 39, S. 1083.



des neuzeitlichen Kondensatorbaues" vortragen.

Wie seit einer Reihe von Jahren wird auch diesmal das „Fest der Technik" abgehalten werden, und zwar am Sonnabend, dem 2. 11. Mit Rücksicht auf den wohltätigen Zweck, der mit dem Fest verknüpft ist, bitte ich bereits jetzt, sich den Tag vorzumerken.

Wir kommen nun zu Punkt 2 der Tagesordnung, zu dem Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. Ferrari über das Thema: „Zähler, Registriergeräte und Schaltrelais nach einem neuen Prinzip."

Herr Ferrari, wir sind alle gespannt auf Ihr neues Prinzip!

(Vortrag folgt.)

Vorsitzender: Ich danke Ihnen sehr, Herr Ferrari, daß Sie uns ein so interessantes Meßprinzip nähergebracht haben. Es ist wohl gerade deswegen so außerordentlich interessant, weil es in seinen Grundgedanken ganz einfach ist und trotzdem erwarten läßt, daß es in einer großen Zahl mannigfaltig gelagerter Fälle zur Anwendung gebracht werden kann. Sie haben uns das Meßprinzip recht klar vorgetragen, und Sie alle, meine Hörer, haben sicher auch sehr gespannt zugehört. Trotzdem könnte, besonders bei denjenigen, die von diesem Meßprinzip heute zum ersten Male erfahren haben, der Wunsch bestehen, den Film, der uns zu Beginn des Vortrages gezeigt worden ist, noch einmal zu sehen. (Zustimmung.) Ich darf also bitten, den Film noch einmal zu zeigen. (Geschieht.) —

Ich eröffne nunmehr die Besprechung. Was sagen die Zähler- und Tarifleute zu dem neuen Meßprinzip? Ich bitte um Wortmeldungen.

(Aussprache folgt.)

Vorsitzender: Das Wort wird nicht mehr verlangt. Ich schließe damit die Aussprache und zugleich die Sitzung mit nochmaligem Dank an den Herrn Vortragenden.

Neuanmeldungen des Elektrotechnischen Vereins e. V.

Berghahn, Alfred, Dr.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Dosse, Joachim, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Duffing, Paul, Obering., Bln.-Siemensstadt
Eiffler, Otto, Dipl.-Ing., Frankfurt/O.
Elfe, Kurt, Direktor, Mitglied der Vorstandes der AEG, Bln.-Zehlendorf
Evers, Karl, Ingenieur, Bln.-Siemensstadt
Friedrich, Georg, Elektroing., Berlin
Fries, Rolf, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Gauba, M., cand. ing., Bln.-Wilmersdorf
Glaeser, Hans-Joachim, Dipl.-Ing., Bln.-Karlshorst
Hartmann, Alfred, Ingenieur, Bln.-Reinickendorf-Ost
Heyda, Hans, Ingenieur, Bln.-Tempelhof
Hölzer, Arthur, Ingenieur, Berlin N
Jacottet, Paul, Dipl.-Ing., Bln.-Spandau
Knapp, Emil, Dipl.-Ing., Bln.-Marienfelde
Kräcker, Julius, Fabrikdirektor, Bln.-Schöneberg
Kühnast, Hans-Eberhard, Dipl.-Ing., Berlin W
Kürsten, Heinz, Ingenieur, Bln.-Siemensstadt
Lohann, Max, Ingenieur, Berlin W
Marschall, Wolfgang, cand. elektr., Bln.-Tempelhof
Michael, Fritz, Dipl.-Ing., Schildow
Möbius, Karl, Dipl.-Ing., Bln.-Lichtenrade
Nicol, Werner, Ingenieur, Bln.-Pankow
Raeder, Heinz, Dipl.-Ing., Leverkusen-Schlebusch
Rebensburg, Helmut, Elektroing., Berlin NW
Roensch, Franz, Ingenieur, Bln.-Pankow
Samel, Reinhard, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Sellin, Karl, Bln.-Wilhelmsruh
Springer, Heinz, Berlin NW
Suhr, Alfred, Elektroing., Bln.-Pankow
Schulte, Wilhelm, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg
Schulze, Ehrhardt, Ingenieur, Bln.-Steglitz
Stolpp, Helmut, Dipl.-Ing., Berlin NW
Theus, Richard, Ingenieur, Bln.-Tegel
Voigt, Hans Karl, Dr.-Ing., Bln.-Weißensee
Vogt, Hans, Ingenieur, Bln.-Steglitz
Wagner, Hermann, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Wallé, Hans, Obering., Rostock
Weides, Erich, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Werle, Walter, Dipl.-Ing., Berlin SW
Wesenfeld, Max, Elektroing., Bln.-Spandau
Winkler, Erich, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg
Wurmb, Rudolf, stud. ing., Berlin N
Zeitler, Johann, Ingenieur, Bln.-Lichtenberg
Zollmann, W. Th., Reg.-Baumeister, Bln.-Charlottenburg

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

IEC

8. Volltagung der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) in Scheveningen und Brüssel sowie Sitzungen einzelner Ausschüsse in Prag.

(Fortsetzung von S. 1116.)

Ausschuß 3. Bildzeichen.

Sitzungen in Brüssel: 24. bis 26. 6. 1935.

Vorsitz: Drewnowski (Polen).
Schriftführung: Bänninger (Schweiz).

In der Eröffnungssitzung des Advisory-Committee Nr. 3 am 24. 6. kam man überein, die Starkstrom- und Schwachstrombildzeichen zunächst in zwei Unterausschüssen (A und B) getrennt zu behandeln.

Unterausschuß A. Starkstrombildzeichen.

Vorsitz: Jacobsen (Norwegen).
Schriftführung: Bänninger (Schweiz).

1. Bildzeichen für den elektrischen Zugbetrieb.

Der Internationale Eisenbahnverband (UIC) hatte bereits in einem besonderen Unterausschuß Vorschläge für Bildzeichen für den elektrischen Zugbetrieb ausgearbeitet. Der deutsche Vertreter der UIC empfahl der IEC diese Vorschläge zur Annahme und erklärte, daß die UIC wegen des internationalen Durchgangsverkehrs an der beschleunigten Festlegung der Bildzeichen für Heizung und Zugbeleuchtung interessiert sei.

Eine Aufstellung der Bildzeichen für elektrischen Zugbetrieb war bereits in der 1. Ausgabe der Veröffentlichung 35, 1927, enthalten, sollte aber auf Beschluß der IEC-Sitzungen in Bellagio 1927 und in Stockholm 1930 überarbeitet werden. Der erste überarbeitete Vorschlag wurde in der Prager Sitzung 1934 erörtert. Bei dieser Gelegenheit wurde auch der überarbeitete Entwurf der UIC erörtert.

Eine Anzahl der von der UIC vorgeschlagenen Bildzeichen stimmte mit dem in Prag vorliegenden IEC-Vorschlag überein, andere wurden zur Aufnahme in die IEC-Veröffentlichung angenommen, während ein weiterer Teil bereits in den Veröffentlichungen 35 und 42 enthalten war. Verschiedene weitere Bildzeichen wurden nicht aufgenommen, da sie nur für Sonderausführungen beim Bahnbetrieb in Frage kommen. Eine letzte Gruppe wurde schließlich zur weiteren Beratung durch die IEC zurückgestellt, da diese Bildzeichen nicht nur für den Zugbetrieb, sondern für die allgemeine Elektrotechnik (z. B. Relais, Steuergeräte usw.) Geltung haben.

Nach der Prager Sitzung übersandte das Sekretariat den internationalen Eisenbahn- und Straßenbahnverbänden (UIC und UIT) den neuen Vorschlag, so daß also die Zusammenarbeit zwischen IEC, UIC und UIT weitgehend berücksichtigt war.

Es wurde nunmehr das Schriftstück 3 (Sekretariat) 205, das die in Prag gefaßten Beschlüsse enthält, unter Berücksichtigung der von den einzelnen Ländern und Organisationen eingegangenen Äußerungen durchberaten. Infolge des Umfangs der zur Erörterung stehenden Bildzeichen muß hier auf eine ausführliche Wiedergabe der einzelnen Beschlüsse verzichtet werden. Bei diesen Bildzeichen handelte es sich um folgende Gruppen:

1. Stationäre elektrische Installationen (hierunter fallen z. B. Fahrleitungen und Schienen von Voll- und Straßenbahnen),
2. Fahrzeugausrüstung.

Einige der im Entwurf enthaltenen Bildzeichen für Druckluftkreise werden vom Internationalen Bremsausschuß weiter bearbeitet.

Die Vorschläge 1 für Bildzeichen für stationäre Installationen sollen dem gemischten Ausschuß für elektrische Zugförderung (Comité Mixte) zur Genehmigung vorgelegt



werden. Die Vorschläge über Bildzeichen für Fahrzeugausrüstung werden im einzelnen bearbeitet und verabschiedet.

In Zukunft soll bei der Aufstellung weiterer Bildzeichen für den elektrischen Bahnbetrieb enge Zusammenarbeit zwischen IEC und den internationalen Straßenbahn- und Eisenbahnverbänden durch Vermittlung des gemischten Ausschusses angestrebt werden.

Berichter: Michel.

2. Bildzeichen für Gleichstrom.

Als Bildzeichen für Gleichstrom soll das in der Veröffentlichung 35 unter A 1 festgelegte Zeichen —— beibehalten werden. In Sonderfällen, wo Mißdeutungen möglich sind, kann das Zeichen ⎓ verwendet werden.

3. Bildzeichen für Relais.

Zugrunde lag das Schriftstück 3 (Sekretariat) 206, das Vorschläge für Relaisbildzeichen enthält. Diese wurden im einzelnen durchberaten.

Unterausschuß B. Schwachstrombildzeichen.

Vorsitz: Muri (Schweiz).
Schriftführung: Keller (Schweiz).

Aufgabe des Unterausschusses B war es, die von der IEC im Jahre 1930 angenommenen Schwachstrombildzeichen (Veröffentlichung 42) auf Grund der Erfahrungen der Zwischenzeit zu überprüfen. Umfangreiche Vorarbeiten hierzu waren bereits von einer „gemischten Kommission" geleistet worden, die sich aus Vertretern der IEC, des CCIF (Comité consultatif international téléphonique), des CCIT (Comité consultatif international télégraphique) und des CCIR (Comité consultatif international des radiocommunications) zusammengesetzt und vom 11. bis 15. 6. 1935 in Bern getagt hatte. Die Vorarbeiten dieser gemischten Kommission hatten ihren Niederschlag in einer neuen Bildzeichenliste gefunden, die nunmehr als Schriftstück 3 (Secretariat) 213 vom Juni 1935 dem Unterausschuß B zur Nachprüfung vorlag. Die Beschlüsse des Unterausschusses B wurden am 26. 6. in gemeinsamer Sitzung mit dem Unterausschuß A (Starkstrombildzeichen) durch das Advisory-Committee Nr. 3 mit geringfügigen Änderungen angenommen.

Das Ergebnis der Berner und Brüsseler Arbeiten ist in einer neuen Liste der Schwachstrombildzeichen (Schriftstück 3, Bruxelles 9) niedergelegt.

Die Bildzeichen sind darin nach folgenden Gesichtspunkten gruppiert: Während in der bisherigen Bildzeichenliste (Veröffentlichung 42) die Bildzeichen für Fernsprecherei, Telegraphie und Funk in je einem Abschnitt getrennt aufgeführt waren, hat man der neuen Liste einen allgemeinen Abschnitt vorangestellt, der alle in den drei Teilgebieten der Fernmeldetechnik gleichmäßig verwendbaren Bildzeichen enthält. Diesem, bei weitem umfangreichsten Teile der Liste folgen je ein besonderer Abschnitt mit den ausschließlich für die Fernsprecherei, die Telegraphie und das Funkwesen bestimmten Bildzeichen. Innerhalb jedes der vier Abschnitte sind die Bildzeichen eingeteilt in solche, die

A. in ausführlichen Schaltungszeichnungen,
B. in Übersichtszeichnungen,
C. in Lageplänen und Betriebsbehelfen

Verwendung finden sollen.

Die grundsätzlichen Bestimmungen über die Anwendung der Bildzeichen sind ergänzt worden.

Bei der Darstellung aller Arten von Schaltorganen, wie Relais, Tasten, Schalter usw. können nach Belieben

1. die schaltenden Teile (Kontakte) unmittelbar neben die steuernden Teile (Relaiswicklungen, Tastenknöpfe, Hebel usw.) gesetzt werden,
2. die schaltenden Teile von den steuernden Teilen getrennt gezeichnet werden. In diesem Falle ist die Zusammengehörigkeit der Teile entweder durch deren Anordnung auf gleicher Linie oder durch gleiche Bezugsbuchstaben kenntlich zu machen.

Sämtliche Schaltorgane sind ferner in ihrer Ruhelage darzustellen.

Die Änderungen und Ergänzungen der Bildzeichen selbst sind so zahlreich, daß hier nur die wichtigsten genannt werden können:

Dem bisherigen Bildzeichen für den Gleichstrom ist für Fälle, in denen die Anwendung dieses Zeichens Mißdeutungen zuläßt, ein neues Zeichen zur Seite gestellt worden.

Das Bildzeichen für Wechselstrom ist durch zwei weitere Zeichen für Wechselstrom mit Tonfrequenz und Hochfrequenz ergänzt worden.

Die Schraffierung (Bildzeichen für den Nichtleiter) braucht nur angewendet zu werden, wenn Mißverständnisse zu befürchten sind. (Die Schraffierung fällt damit in der Mehrzahl aller Fälle weg.)

Bei der Darstellung aller Arten von Kontakten kann das bisher vorgeschriebene ausgefüllte Dreieck an der Kontaktspitze durch einen einfachen Strich ersetzt werden.

Das Bildzeichen für den nicht feststellbaren (Ruf-) Schlüssel ist geändert worden.

Die Hebel der Sprech-, Ruf- usw. Schlüssel brauchen neben den zugehörigen Kontaktfedern nicht dargestellt zu werden.

Die Bildzeichen für Spannungssicherungen (Blitzableiter) sind geändert worden.

Die Bildzeichen für Übertrager sind geändert und ergänzt worden.

Von den in der bisherigen Liste enthaltenen drei Darstellungsformen der Relais sind zwei weggefallen. Beibehalten ist nur das Bildzeichen, das im wesentlichen aus einem Rechteck mit einer schrägen, die Wicklung darstellenden geraden Linie besteht. Es ist jedoch zulässig, statt der schrägen Linie die Ohmzahl in das Innere des Rechtecks zu schreiben. Das gleiche Bildzeichen ist künftig auch in den Stromlaufzeichnungen der Telegraphie anwendbar.

Die Bildzeichen für den Gleichrichter und Detektor sind geändert worden.

Die Bildzeichen für Röhrenbestandteile haben eine so allgemeine Form erhalten, daß für die Darstellung von Röhren aller Art der weiteste Spielraum bleibt. Das Bildzeichen für die Röhre selbst (Kreis) ist durch eine längliche Form mit beliebiger Seitenlänge ergänzt worden.

Die Bildzeichen für Linien und Leitungen sind z. T. ergänzt, z. T. geändert worden.

Die Darstellung der Telegraphenapparate ist im wesentlichen nach den Prager Beschlüssen des CCIT übernommen worden.

Die neue Liste enthält ferner zahlreiche neu geschaffene Bildzeichen (z. B. Elektrolytkondensator, selbstregelnder Widerstand, Umschalter in mehreren Ausführungen, Sonderausführungen von Mikrophonen, Fernhörern und Lautsprechern, Nummernscheibenkontakte, Kraftmagnet, Drehwähler mit mehreren Ausgangsbündeln, einfach und doppelt gerichtete Leitungen). Auf der andern Seite sind mehrere in der bisherigen Liste enthaltene, aber wenig gebräuchliche Bildzeichen in die neue Liste nicht wieder aufgenommen worden.

Das Ergebnis der Berner und Brüsseler Tagungen, in dem sich zum größten Teil deutsche Vorschläge widerspiegeln, kann vom Deutschen Komitee der IEC nur mit großer Befriedigung begrüßt werden.

Berichter: Raettig.

Ausschuß 5. Dampfturbinen.

Sitzung in Scheveningen: 18. bis 21. 6. 1935.

Vorsitz: Pochobradski (England).
Schriftführung: Hodgkinson (V. S. Amerika).

Im wesentlichen wurden folgende Punkte beraten und erledigt:

1. Die Ergebnisse der Tagung von Stockholm im Juli 1930 wurden mit kleinen redaktionellen Änderungen gebilligt.
2. Der Bericht des IEC-Sekretariats betr. Dampfturbinen für den Zeitraum von Juli 1930 bis Juni 1935 (5 [Secr.] 22) wurde angenommen.
3. Die vom Sekretariat im Schriftstück 5 (Sekretariat) 20 vorgelegten „Supplementary Notes of Part II, Sectional 4, Instruments and Methods of Measurement" wurden eingehend zusammen mit „Durchflußmessung" von einem Unterausschuß beraten. Die Vorschläge desselben wurden von dem Gesamtausschuß angenommen. An den „Supplementary Notes" wurden zahlreiche kleinere Änderungen vorgenommen. Die von dem französischen Sekretariat über die



Ergebnisse der Tagung der ISA in Stockholm betr. „Regeln für die Durchflußmessung" ausgearbeitete Zusammenstellung wurde ohne Erörterung von dem IEC-Komitee angenommen, unter der Voraussetzung, daß der eine noch ungeklärte Punkt (zwei Eventualvorschläge!) innerhalb von 6 Monaten erledigt und die „Regeln" innerhalb dieser Zeit formell von der ISA angenommen werden.

4. Die Ausarbeitung des französischen Komitees betr. Definition des thermischen Wirkungsgrades für Kondensationsturbinen, die in Stockholm vorgelegt worden war, wurde zur Kenntnis genommen und zurückgestellt, weil bei den Abnahmeversuchen von Kondensationsturbinen die vorgeschlagene Definition nicht benötigt wird.

5. Es wurde beschlossen, daß
   a) die IEC-Regeln für die Abnahmeversuche von Dampfturbinen auf alle Industrieturbinen erweitert werden (Nichtkondensations- und Gegendruckturbinen, Anzapfturbinen, Zwei- und Mehrdruckturbinen, Turbinen mit gleitendem Druck und irgendwelche Kombinationen der eben genannten Turbinen.) Ein Unterausschuß hat diese Aufgabe erledigt; seine Vorschläge wurden angenommen;
   b) Turbinenversuche nur mit überhitztem Dampf gemacht werden sollen;
   c) ein Anhang an die Veröffentlichung Nr. 45 und 46 verfaßt wird, der die Erweiterung der „Regeln" auf die Industrieturbinen enthält. Dieser Anhang ist von einem Unterausschuß ausgearbeitet und vom Hauptausschuß gebilligt worden.

Berichter: J o s s e.

Ausschuß 6. Sockel und Fassungen.

A. Sitzung in Prag: 8. bis 10. 10. 1934.

Vorsitz: A t h e r t o n (Schweiz).
Schriftführung: v. B e r l e p s c h (Schweiz).

Die Entwürfe der in der Brüsseler Volltagung (Juni 1935) vorzulegenden Normen bzw. Versuchsnormen für Edisongewinde mit den dazugehörigen Lehren, sowie für Bajonettsockel und Fassungen usw. wurden durchgesprochen.

Als Grundlage dienten die auf der Sitzung in Cambridge im Ausschuß 6 gemachten Vorschläge[1]) für einen Einheitssockel. Dabei wurde die Länge des in Amerika gebräuchlichen Sockels mit 24,0 ± 0,5 mm, versehen mit dem in Europa üblichen tiefen Edisongewinde, zugrunde gelegt.

Zu diesem Vorschlag haben die deutschen Vertreter wiederholt geltend gemacht, daß die Einführung eines solchen Sockels in Deutschland praktisch nicht möglich erscheint, da die weitverbreiteten Berührungsschutzfassungen, die für Lampen mit 30 und 35 mm langem Sockel gebaut sind, einen derartig langen Fassungsmantel haben, daß der größere Teil der Lampen mit dem kurzen Sockel darin nicht verwendbar sein würde. Dieser Meinung schließen sich die verschiedenen europäischen Länder an, deren Anforderungen an Berührungsschutzfassungen auf einen 30 mm langen Einheitssockel aufgebaut sind.

Eine verbindliche Äußerung Amerikas liegt nicht vor. Der amerikanische Vertreter erwähnte, daß Amerika für die Ausfuhr schon Sockel mit tiefen europäischen Gewinden herstelle, so daß gegebenenfalls die Möglichkeit einer späteren Zustimmung nicht ausgeschlossen sei. Ein besonderes Interesse an dem kurzen Sockel liegt in England und Frankreich vor, deren Vertreter daher die Einführung des geplanten 24 mm langen Sockels befürworten.

Auf die Wiedergabe weiterer Einzelheiten der Sitzung wird verzichtet, da diese in dem unten angegebenen Bericht über die Brüsseler Tagung enthalten sind und dort bestätigt wurden.

Berichter: H e r m a n n i.

B. Sitzung in Brüssel, 24. bis 26. 6. 1935.

Vorsitz: A t h e r t o n (Schweiz).
Schriftführung: v. B e r l e p s c h (Schweiz).

Der aus Vertretern maßgebender Glühlampenfirmen bestehende vorbereitende Ausschuß „Indeco" (Independent Committee) hatte auf Grund seiner Vorarbeiten dem Ausschuß 6 verschiedene Normenvorschriften für Glühlampensockel, -fassungen und zugehörige Lehren zur Annahme zugestellt. Von diesen Vorschlägen wurde ein Teil für die Normung angenommen, ein Teil soll nur vorläufig veröffentlicht werden, also noch nicht als feste Norm gelten. Weitere Vorschläge sind dann dem Indeco nochmals für eine Neubearbeitung zurückgegeben worden.

1. E d i s o n g e w i n d e l e h r e n.

Es handelt sich vorläufig um eine Versuchsnorm über Arbeitslehren, da die Möglichkeit besteht, daß die noch zur Beratung stehenden Prüflehren kleine Maßänderungen erhalten. Das Gewinde E 33 ist nicht für Glühlampensockel und -fassung bestimmt; es wird hauptsächlich für Sicherungen verwendet. Es wurde trotzdem festgelegt, um eine umfassende Norm für alle Edisongewinde zu schaffen.

Die Herstellungstoleranzen bzw. die zulässigen Abweichungen der Lehren zu den Edisongewinden sollen sich nach den in den einzelnen Ländern gebräuchlichen entsprechenden Normen richten.

2. E d i s o n - L a m p e n s o c k e l und - F a s s u n g e n.

Als Normen werden folgende Lehren festgelegt:
a) L e h r e zum Messen des Abstandes vom Mittelkontakt des Lampensockels einschließlich Lötkuppe bis zum Beginn der metallenen Gewindehülse (Versuchsnorm, nur für Veröffentlichung).
b) A r b e i t s l e h r e für die untere Form der Lampensockel mit Gewinde E 27 (Versuchsnorm, nur für Veröffentlichung).
c) A r b e i t s l e h r e zum Prüfen der zulässigen Kleinstform der Einschmelzung bei den Glühlampen (Glasteil am Sockelrand) mit Edison-Sockel E 27 bei einer Sockellänge von 30 mm. Hierbei handelt es sich um die Einhaltung des Berührungsschutzes bei Verwendung vorschriftsmäßiger Berührungsschutzfassungen (Versuchsnorm, nur zur Veröffentlichung).
d) L e h r e wie vorher, aber für die größte Form der Einschmelzung. Mit dieser Lehre werden gleichzeitig die kleinste zulässige nutzbare Gewindelänge des Sockels und das Sockelmaß geprüft, das für die Kontaktgebung in Fassungen in Frage kommt (Versuchsnorm, nur zur Veröffentlichung).
e) Abmessungen von E d i s o n - S o c k e l n E 27 in einer Länge von 24 mm, wie er für die Zukunft angestrebt werden soll. (Lampen mit diesen Sockeln passen nicht in jetzige Berührungsschutzfassungen.)
f) Abmessungen für Edison-Sockel E 27 nach bestehenden amerikanischen und europäischen Normen.
g) Abmessungen für Edison-Sockel E 10 und E 14.
h) Abmessungen für Edison-Sockel E 40 nach bestehenden amerikanischen und europäischen Normen.

3. B a j o n e t t s o c k e l und - f a s s u n g e n.

Folgende Normen werden festgelegt:
a) N i c h t g u t l e h r e für Bajonettsockel B 22 zur Prüfung des zulässigen kleinsten Durchmessers des Sockelschaftes.
b) G u t l e h r e für den zulässigen größten Schaftdurchmesser, für die Schaftlänge, für den Abstand vom Sockelboden bis Oberkante, Stifte und für die Stellung und den Durchmesser der Stifte.
c) N i c h t g u t l e h r e für Bajonettfassungen B 22 zur Prüfung der kleinstzulässigen lichten Weite der Fassungen.
d) L e h r e f ü r d i e S c h l i t z b r e i t e der Bajonettfassungen B 15 und B 22.
e) Richtlinien für das Brechen von Kanten an den Gut- und Nichtgutlehren, soweit das Prüfergebnis von der Form der Kanten beeinflußt werden könnte.
f) Abmessungen von Bajonett-Lampenfassungen B 15 und B 22.
g) Abmessungen von Bajonettsockeln B 22.
h) Die weiter vom Indeco ausgearbeiteten Vorschläge: Normen für eine Gutlehre für die lichte Weite von Bajonettfassungen B 22, Abmessungen der B a j o n e t t s o c k e l B 15 und der B a j o n e t t - A u t o s o c k e l BA 15, 20 und 21 sind für eine Neubearbeitung an das Indeco zurückgewiesen.

4. A u t o - R i n g s o c k e l P 15/19.

Es handelt sich um einen glatten Sockel von 15 mm Dmr. mit einem aufgelöteten Ring von etwa 30 mm Dmr.

[1]) ETZ 51 (1930) S. 1319.



Der Ring dient zur einwandfreien Festlegung der richtigen Stellung des Leuchtkörpers der Lampe im Scheinwerfer und durch drei bajonettähnliche Schlitze zur Befestigung im Scheinwerfer (nur zur Veröffentlichung).

5. Pauschalsockel mit Gewinde E 27.

Dieser Norm ist das Normblatt DIN VDE 9630 zugrunde gelegt (nur zur Veröffentlichung).

Auf Anfordern können die erwähnten Norm- und Lehrenblätter durch das Deutsche Komitee der IEC, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zur Verfügung gestellt werden.

Berichter: Schreck.

Ausschuß 7. Aluminium.

Sitzung in Scheveningen: 18. bis 19. 6. 1935.

Vorsitz: Wiesthaler (Deutschland).
Schriftführung: Wiesthaler (Deutschland).

Bei den letzten IEC-Tagungen 1929 in Berlin und 1930 in Stockholm wurde vergebens versucht, eine internationale Normung für Aluminium zu vereinbaren. Die amerikanischen Wünsche konnten mit den Ansichten der europäischen Länder nicht in Einklang gebracht werden. Bei der diesjährigen Vollsitzung in Scheveningen ist es nach eingehenden Beratungen gelungen, eine Verständigung herbeizuführen. Vom Ausschuß 7 wurden folgende Vorschriften einstimmig angenommen:

I. Normales hartgezogenes Aluminium.

1. Unter der Bezeichnung „hartgezogenes Aluminium“ ist Aluminium zu verstehen, dessen Zugfestigkeit mindestens 15 kg/mm² beträgt. In diesem Falle handelt es sich um gezogenen Aluminiumdraht und nicht um Barren, Knüppel oder Vorzugsdraht.

2. Für hartgezogenes Aluminium beträgt der normale elektrische Widerstand bei 20 ° C 0,028 28 Ωmm²/m, wobei eine gewisse Toleranz für die einzelnen Drähte zugelassen werden kann, wenn ihre Festigkeit 15 kg/mm² überschreitet.

3. Die unter Punkt 2 angegebenen Werte gelten nur für Drähte vor der Verseilung. Für Drähte aus Seilen ist eine Erhöhung des Widerstandes um 1 % zulässig.

4. Das spezifische Gewicht von hartgezogenem Aluminium beträgt bei 20 ° C 2,703.

5. Der Temperaturkoeffizient des elektrischen Widerstandes ist bei gleichbleibender Masse und 20 ° C mit 0,004 anzunehmen. Die Messungen müssen zwischen 10 ° und 30 ° C ausgeführt werden. Die dabei erhaltenen Werte sind auf 20 ° C zu beziehen.

II. Normales weichgeglühtes Aluminium.

1. Unter der Bezeichnung „weichgeglühtes Aluminium“ ist ein Aluminium zu verstehen, bei dem als Draht durch eine geeignete Wärmebehandlung der geringstmögliche elektrische Widerstand erzielt worden ist.

2. Für weichgeglühtes Aluminium beträgt der normale elektrische Widerstand bei 20 ° C 0,0278 Ωmm²/m.

3. Für das spezifische Gewicht und den Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstandes bei 20 ° können praktisch bei weichgeglühtem Aluminium die gleichen Werte angenommen werden wie bei hartgezogenem Aluminium.

Bemerkungen: Voraussichtlich wird die Toleranz, die im § 2 für „hartgezogenes Aluminium“ erwähnt ist, 1 % nicht überschreiten. Ihr genauer Wert soll anläßlich der nächsten Sitzung der Studienkommission besprochen werden.

Da Scarpa (Italien) als spezifisches Gewicht für weichgeglühtes Aluminium 2,709 und für hartgezogenes 2,705 gefunden hat und diese Ergebnisse ziemlich von den Werten, die das nationale Komitee der V. S. Amerika auf Grund von Untersuchungen des Bureau of Standards mitgeteilt hat, abweichen, wurde vorgeschlagen, daß die einzelnen Länder nochmals zu dieser Frage Stellung nehmen sollen. Scarpa hat ferner für den Temperaturkoeffizienten bei weichgeglühtem Aluminium 0,0041 und bei hartgezogenem 0,004 05 festgestellt; auch diese Werte sollen überprüft werden.

Auf Wunsch mehrerer Mitglieder wurde beschlossen, daß für die nächste Tagung folgende Fragen vorbereitet werden sollen:

1. Ausarbeitung einer Vorschrift für Aluminiumlegierungen, welche im Freileitungsbau verwendet werden (Aldrey, Almélec, Silmalec usw.).
2. Ausarbeitung einer Vorschrift für halbhartes Aluminium, welches für Kabel geeigneter sein dürfte als weichgeglühtes Aluminium.
3. Ausarbeitung einer Vorschrift für Aluminium für Schaltanlagen (Schienen).
4. Ausarbeitung einer Vorschrift für Stahldrähte für Stahlaluminiumseile.
5. Prüfung der Möglichkeit, internationale Vorschläge über Maßnahmen zusammenzustellen, durch welche bei der Herstellung von Aluminiumdraht Verunreinigungen der Oberfläche und besonders Kupfereinschlüsse vermieden werden sollen.

Es wurde ferner angeregt, daß der Arbeitsausschuß 7 bereits im Sommer 1936 zusammentreten soll.

Berichter: Wiesthaler.

Ausschuß 8. Genormte Spannungen, Genormte Ströme, Hochspannungsisolatoren.

A. Sitzung in Prag: 8. bis 10. 10. 1934.

Vorsitz: Uytborck (Belgien).
Schriftführung: Dalla Verde (Italien).

1. Genormte Nennspannungen.

a) Spannungen unter 100 V.

Nach Erörterung der von den einzelnen Ländern eingereichten Vorschläge wurde vorläufig folgende Reihe genormter Nennspannungen angenommen:

2, 4, 6, 12, 24, 32, 42, 60, 72[2]), 80 V.

b) Spannungen über 100 V.

Für Gleichstrom-Bahnanlagen wurden folgende Spannungswerte angenommen:

Reihe I	600	1200	2400 V,
Reihe II (für neue Anlagen)	750	1500	3000 V.

Als zulässige Spannungsänderungen wurden + 20 % und — 33⅓ % festgesetzt.

In der Reihe der genormten Nennspannungen über 1 kV wurde der Wert 120 kV (mittlere Spannung am Stromverbraucher entsprechend 132 kV am Stromerzeuger) eingefügt.

Der in der Sitzung in Stockholm (1930) vorläufig vorgesehene Wert von 400 kV wurde endgültig in die Reihe der genormten IEC-Nennspannungen aufgenommen.

c) Neuausgabe der IEC-Spannungsnormen (Veröffentlichung 38).

Ein besonderer Unterausschuß stellte einen unter Berücksichtigung der vorstehenden Beschlüsse geänderten Wortlaut für die Neuausgabe der IEC Veröffentlichung 38 auf, der den nationalen Ausschüssen unter der 6 Monats-Regel zur Genehmigung vorgelegt werden sollte.

2. Genormte Nennströme.

Vorbehaltlich der Genehmigung durch die nationalen Ausschüsse auf Grund der 6 Monats-Regel wurde folgende Zahlenreihe für genormte Nennströme in Ampere festgelegt:

1		1,5	2		3		4	5	6		8
10		15	20	25	30	35	40	50	60	75	80
100		150	200	250	300	350	400	500	600	750	800
1000	1200	1500	2000	2500	3000		4000	5000	6000	7500	
10000											

Aus dieser allgemein gültigen Reihe genormter Nennströme sollte für die einzelnen Anwendungsgebiete eine möglichst geringe Zahl von Werten ausgewählt werden.

3. Internationale Prüfvorschriften für Porzellanisolatoren.

Der federführende italienische Ausschuß hatte auf Grund eines Vergleichs der in den einzelnen Ländern bestehenden Bestimmungen mehrere Vorentwürfe internationaler Prüfvorschriften für Porzellanisolatoren aufgestellt, zu dem die verschiedenen nationalen Ausschüsse bereits des öfteren schriftlich Stellung genommen hatten. Das deutsche Komitee hat an diesen Vorentwürfen maßgebend mitgearbeitet, so daß auch in dem in Prag zur Lesung vorliegenden Entwurf den deutschen Wünschen ziemlich weitgehend Rechnung getragen war. Der Entwurf wurde ein-

[2]) Nur für Drehstrom.



gehend durchgesprochen, wobei die wichtigsten deutschen Abänderungsanträge berücksichtigt wurden. Der in Prag überarbeitete Wortlaut der Prüfvorschriften, die sich zunächst nur auf Porzellanisolatoren für Freileitungen von 1 kV und darüber beziehen sollen, ist vorbehaltlich der Zustimmung der nationalen Ausschüsse auf Grund der 6 Monats-Regel zur Veröffentlichung als IEC-Regel in Aussicht genommen.

4. Prüfspannung für Durchführungsisolatoren.

Zur Erörterung stand, ob die 1927 in Bellagio angenommene Formel für die Prüfspannung von Isolatoren, nämlich $U_p = 2\,U + 10\,\text{kV}$ und für die Überschlagspannung $U_ü = 1{,}05\,(2\,U + 10\,\text{kV})$ — wobei U eine genormte IEC-Nennspannung ist — auch für Durchführungsisolatoren gültig sein sollte. Da nun, wenn verstärkte Isolation vorgesehen werden soll (gemäß den Beschlüssen von Bellagio 1927 und Stockholm 1930) nur die der nächst höheren genormten IEC-Nennspannung zugeordnete Prüfspannung zugrunde gelegt werden kann — wobei zwischenliegende Spannungsstufen unzulässig sind —, ergab sich fernerhin die Frage, ob es zweckmäßig erschien, für Durchführungsisolatoren diese höhere Prüfspannung anzuwenden.

Wenn man die in Bellagio festgelegte Regel für die verstärkte Isolation zugrunde legt, so erhält man bei Nennspannungen über 20 kV, insbesondere aber über 100 kV, eine sehr unregelmäßige Stufung des elektrischen Sicherheitsgrades (Verhältnis Überschlagspannung zu Nennspannung) in Abhängigkeit von der Nennspannung. Aus diesem Grunde wurde beschlossen, die Bellagio-Regel für verstärkte Isolation an die nationalen Ausschüsse nochmals zur Überlegung zurückzuverweisen, wobei gleichzeitig Unterlagen über die in den einzelnen Ländern gebräuchlichen Prüf- und Überschlagspannungen eingereicht werden sollten. Daher wurde auch die Frage der Prüfspannung für Durchführungsisolatoren vorläufig zurückgestellt.

5. Hochfrequenz- und Stoßprüfung.

Da einzelne Länder bereits Regeln für die Prüfung mit Spannungsstößen aufgestellt haben, schien es an der Zeit, auch internationale Festlegungen wenigstens zunächst bezüglich der Definitionen und allgemeiner Richtlinien für die Stoßprüfung zu treffen. Ein zu diesem Zweck eingesetzter Unterausschuß, in dem das deutsche Komitee vertreten ist, hielt bereits in Prag seine erste Sitzung ab. Als Grundlage für die Besprechung dienten außer den amerikanischen und englischen Vorarbeiten insbesondere die deutschen Leitsätze für die Prüfung mit Spannungsstößen VDE 0450/1933[3]), die mit den dazugehörigen Erklärungen von Marx als Unterlage vorher an die IEC bzw. an die Mitglieder des Unterausschusses verteilt waren. Der Unterausschuß stellte einen Vorentwurf internationaler Regeln für Stoßprüfung auf, der in vielen Punkten mit den deutschen Vorschlägen übereinstimmt.

6. Eichtafeln für Kugelfunkenstrecken.

In Anwesenheit von Vertretern des IEC-Ausschusses 2 für Maschinen und Transformatoren wurde über die Arbeiten des 1932 in Paris eingesetzten Unterausschusses berichtet. Als Grundlage für die von der IEC zur Normung vorgesehenen Eichtabellen für die Kugelfunkenstrecke sollten die AIEE-Standards No. 4/1928 gelten. Der deutsche Vertreter empfahl von einer vorzeitigen Normung der IEC-Eichtabellen abzusehen, da diese noch zwei grundsätzliche Unstimmigkeiten aufweisen, nämlich:

(a) bis zu 10 % unterschiedliche Spannungswerte je nach Größe der Kugeln,
(b) Unstetigkeit im unteren Bereich der Eichkurve (Toeplersche Knickstelle)[4]).

Das deutsche Komitee hat auf Grund eines ihm in der Sitzung des Unterausschusses im Juni 1934 in Paris erteilten Auftrages einen Versuchsplan für weiter anzustellende Vergleichsmessungen unter Berücksichtigung der inzwischen erschienenen neueren, insbesondere deutschen und amerikanischen Arbeiten ausgearbeitet. Dieser Versuchsplan wurde an die Sitzungsteilnehmer mit der Bitte verteilt, daß in möglichst vielen Laboratorien auch anderer Länder entsprechende Versuche durchgeführt werden möchten.

Nach längeren Erörterungen wurde beschlossen, doch schon jetzt vorläufige IEC-Eichtabellen herauszugeben, nachdem die noch bestehenden Unstimmigkeiten soweit möglich im Unterausschuß geklärt wären. Der Unterausschuß wurde beauftragt, den endgültigen Entwurf zur Vorlage und Annahme durch die kommende IEC-Volltagung vorzubereiten.

Berichter: Jacottet, Weicker.

(Fortsetzung folgt.)

[3]) ETZ 55 (1934) S. 522.
[4]) ETZ 53 (1932) S. 1219 und 54 (1933) S. 911.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Düsseldorf. 24. 10. (Do), 20 h, Gesellschaft Verein: „Auswirkungen der Rohstoff-Frage auf die Gestaltung und Herstellung elektrischer Maschinen und Geräte". Dipl.-Ing. Bobeck.

VDE, Gau Oberschlesien, Groschowitz. 19. 10. (Sa): Besichtigung der Zementfabrik. Treffpunkt 15 h 30 m Werktor des Zementwerks in Groschowitz.

VDE, Gau Niedersachsen, Hannover. 29. 10. (Di), 20 h 15 m, T. H.: „Neue Anschauungen über Kontakte". Dr.-Ing. Schmitz.

VDE, Gau Nordsachsen, Leipzig. 18. 10. (Fr.), 20 h, Grassimuseum: „Der derzeitige Stand der Gewitterforschung" (m. Lichtb.). Dr.-Ing. Lehmann.

VDE, Gau Pommern, Stettin. 17. 10. (Do), 20 h 15 m, Konzerthaus: „Gutes Licht — Gute Arbeit".

VDE, Gau Württemberg, Stuttgart. 23. 10. (Mi), 20 h, Elektrot. Inst.: „Selektive Abschaltung von Verteilungsleitungen in Netzen mit Gleichrichterspeisung". Dipl.-Ing. Denzel.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

E. Mattern †. — Am 18. 7. dieses Jahres starb Oberreg.- und Baurat Prof. Emil Mattern im 70. Lebensjahr. Wir danken dem Verstorbenen wesentliche Förderungen des deutschen Talsperrenbaues, für den er als praktischer Ingenieur, als Schriftsteller und als Hochschullehrer an der T. H. Charlottenburg unermüdlich tätig war.

A. Stepper †. — Am 14. 9. starb im 59. Lebensjahre der Fabrikant Anton Stepper, Inhaber der Deutschen Zähler-Gesellschaft m. b. H., Hamburg. Im Jahre 1877 zu Landshut geboren, studierte er an der T. H. München und war dann eine Reihe von Jahren bei verschiedenen Großfirmen der Elektrotechnik in Berlin tätig. 1907 gründete er die Urzelle seiner späteren Unternehmungen, die Solar-Zählergesellschaft in Hamburg. Als Frontkämpfer stand er zu Beginn des Weltkrieges im Westen. Im Jahre 1920 gründete er in Hamburg die Deutsche Zähler-Gesellschaft, die in Furtwangen eigene Konstruktionen herstellt. Bis zu seinem letzten Tage war das Leben des Entschlafenen Arbeit und Pflichterfüllung, und vorbildlich war seine Art, als Unternehmer stets das Wohl des Ganzen im Auge zu behalten. *f.*

Hochschulnachrichten. — Dr. Maximilian Toepler, ao. Prof. der Physik an der T. H. Dresden, ist in den Ruhestand getreten.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955 56.

Abschluß des Heftes: 11. Oktober 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.



Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
56. Jahrgang | Berlin, 24. Oktober 1935 | Heft 43

Schönheit der Arbeit durch gute Beleuchtung am Arbeitsplatz.

Von **A. K. von Hübbenet,** Abt.-Leiter im Reichsamt „Schönheit der Arbeit".

Die Aktion „Gutes Licht — gute Arbeit" hat die Aufgabe, die Öffentlichkeit über Bedeutung und Notwendigkeit guter Beleuchtung am Arbeitsplatz aufzuklären und — bildlich gesprochen — den Stein ins Rollen zu bringen, um die vielfach noch bestehenden Mißstände wegzuräumen.

Es ist hier wie auf allen anderen Gebieten, die der Betreuung durch das Amt „Schönheit der Arbeit" der NSG. „Kraft durch Freude" anvertraut sind: die Ursachen der Mißstände sind nur in seltenen Ausnahmefällen Böswilligkeit des Betriebsführers oder bewußte Mißachtung der Bedürfnisse des schaffenden Menschen — fast stets dagegen Unkenntnis, falsch verstandene Sparsamkeit und schließlich Nachlässigkeit und eine gewisse „Tradition" im Sinne der oft gehörten Phrase: „Es ist doch schon immer so gegangen — warum soll es nicht auch weiter so gehen?"

Dieser „Tradition" wird nun der lebensbejahende und vorwärtsweisende Grundsatz der Arbeitsfreude entgegengestellt, und die bisherigen Erfolge des Amtes „Schönheit der Arbeit" beweisen, daß allgemeine Aufklärung und ein eindringlicher Appell an den gesunden Menschenverstand und an das Gefühl der Kameradschaft und Betriebszusammengehörigkeit weit mehr zu bewirken vermögen als noch so gut und gewissenhaft abgefaßte Gesetze und Verordnungen. Guter Wille wirkt Wunder und meistert auch scheinbar unüberwindliche Schwierigkeiten.

Das Gebiet der Beleuchtung wurde bisher um so mehr vernachlässigt, als es keine objektive und einwandfreie Möglichkeit gab, ihre Güte zu beurteilen und zu messen. Heute jedoch sind die Wege geebnet, um das von Wissenschaft und experimenteller Forschung gelieferte Rüstzeug zum Nutzen des schaffenden Menschen praktisch zu verwerten.

Die Forderung nach guter Beleuchtung im Betrieb umfaßt nur ein Teilgebiet der Bestrebungen, denen Dr. Ley den programmatischen Namen „Schönheit der Arbeit" gegeben hat. Es gilt ja, die ganze werktägliche Umwelt so umzugestalten, daß in ihr die Ehre der Arbeit und die Würde des schaffenden Menschen sichtbaren Ausdruck finden. Mit guter Beleuchtung allein ist noch nicht viel getan, aber ohne gute Beleuchtung ist die „Schönheit der Arbeit" nicht zu verwirklichen. Und der Ernst und das Pflichtgefühl, mit denen man an die Lösung einer Teilaufgabe herangeht, sind zugleich ausschlaggebend für das Gelingen auch des ganzen Werkes.

Ein Gesichtspunkt muß noch als wesentlich unterstrichen werden: Gute Beleuchtung erleichtert die Arbeit, dadurch wirkt sie sich leistungssteigernd aus und liegt somit auch im wirtschaftlichen Interesse des Betriebes. Solche betriebswirtschaftlichen Erwägungen dürfen jedoch nicht ausschlaggebend werden gegenüber der weit wichtigeren Bedeutung guter Beleuchtung im Hinblick auf die Gesundheit und auf die Schaffens- und Lebensfreude der arbeitenden Menschen. Denn nicht eine „Wirtschaft an sich" oder eine „Kunst an sich" steht heute im Mittelpunkt aller kulturellen und wirtschaftlichen Maßnahmen des Staates und der Bewegung, sondern allein das deutsche Volk in seiner besten Verkörperung durch den werteschaffenden und dadurch den Bestand der Nation sichernden Menschen.

Die Anforderungen an eine gute Arbeitsbeleuchtung.

Von Dipl.-Ing. Schaer, Berlin.

621. 32 : 628. 972 : 66/69

In den folgenden Ausführungen handelt es sich nicht darum, Einzelanweisungen für richtige Beleuchtungen zu geben, als vielmehr die Probleme aufzuzeigen und die Aufgaben zu stellen, die eine gute Beleuchtung fordert.

Bei der Einrichtung einer Arbeitsplatzbeleuchtung sollten nicht nur wirtschaftliche Gesichtspunkte maßgebend sein, sondern in erster Linie lichttechnische. Tatsächlich ist die Beleuchtung am Arbeitsplatz trotz aller Aufklärung noch weit davon entfernt, den wirklichen Anforderungen zu entsprechen. Dies ist nicht nur auf die schlechten wirtschaftlichen Verhältnisse der letzten Jahre zurückzuführen; denn es gab vorher auch gute wirtschaftliche Verhältnisse, und es wurde trotzdem an der Arbeitsplatzbeleuchtung — allgemein betrachtet — nicht allzu viel verbessert.

Der Grund hierfür lag zweifellos darin, daß man vielfach eine Arbeitsplatzbeleuchtung nicht für so wichtig hielt, um sie nach besonderen lichttechnischen Gesichtspunkten einzurichten, zweitens aber auch in einer verkehrten und nur scheinbar wirtschaftlichen Einstellung. Während man bei der Beschaffung von Bedarfsgegenständen den Preis und die Verwendungsmöglichkeit meistens leicht und einfach feststellen und gegeneinander abwägen kann, fällt diese Beurteilung bei der Beschaffung von Leuchten deswegen besonders schwer, weil der Laie — auch der technische Laie — die lichttechnische Verwendbarkeit nicht immer ausreichend beurteilen kann. Gerade bei der Beschaffung von Leuchten ist aber nun von besonderer Wichtigkeit, festzustellen, ob das Gerät überhaupt den aus dem Betrieb zu stellenden Anforderungen entspricht. — Wie oft wird dem planenden Lichtingenieur, der so gern eine gute Lichtanlage schaffen möchte, an der alle Beteiligten ihre Freude haben sollten, geantwortet, für die „Beleuchtungskörper“ sei der und der Betrag vorgesehen, mehr sei nun eben nicht zur Verfügung; und wieder, wie vor Jahren, werden in neuen, schönen, hellen Arbeitsstätten die billigsten „Pendel“, „Glasgehänge“ usw. aufgehängt.

Die erste Frage darf nicht mehr lauten:

„Mit wie wenig Licht komme ich gerade noch aus?“
„Wie kann ich möglichst an Licht und Leuchten sparen?“,

sondern:

„Auf welche einfachste Weise schaffe ich die beste Beleuchtungsanlage?“

Bestärkt wurde die alte Auffassung und die alte Fragestellung wesentlich dadurch, daß auch von seiten der Lichtfachleute, besonders aber auch von seiten der Leuchtenindustrie, immer wieder sogenannte lichtsparende Eigenschaften der angebotenen Leuchten in den Vordergrund gestellt wurden, ja geradezu mit dem Vorwand gearbeitet wurde, die angebotene Leuchte spare soundso viel an Strom und gebe doch soundso viel Licht mehr. Solchen Angaben gegenüber sollte nicht nur der rechnende Kaufmann sehr vorsichtig sein, sondern auch der Betriebsingenieur, für den das Licht in gleicher Weise ein Werkzeug bedeutet wie seine Spiralbohrer oder Drehstähle, und von denen er daher in erster Linie eine gute Leistung verlangen sollte. Die Leistungsfähigkeit des Werkzeugs „Beleuchtung“ ist aber nicht nur durch die Beschaffenheit und Stärke der verwendeten Glühlampe, sondern wesentlich durch die Wahl der zweckmäßigen Leuchte bestimmt. Erst diejenige Leuchte, welche das von der Lampe erzeugte Licht in richtiger Weise auf den Arbeitsplatz lenkt, das Auge aber gleichzeitig vor unmittelbarer Bestrahlung schützt, kann den Anspruch darauf erheben, eine gute Beleuchtung zu vermitteln.

Was ist aber eine gute Beleuchtung?

Eine gute Beleuchtung schlechthin gibt es nicht. Daher ist es gänzlich unmöglich, eine bestimmte „Arbeits“-Leuchte zu erstellen und diese nun zur allgemeinen Einführung für einen vielseitigen Betrieb zu bringen.

Eine Montagewerkstatt kann unmöglich in gleicher Weise gut beleuchtet sein wie eine Werkstatt für Feinmechanik, es muß vielmehr für jeden Zweck die richtige Beleuchtung ausgewählt werden. Das bedeutet aber nicht, daß nun etwa eine große Anzahl Ausführungsarten benötigt würden. Tatsächlich genügen wenige Typen, um jede Beleuchtungsaufgabe einwandfrei zu lösen. Nicht alle Arbeiten erfordern die gleiche Art der Beleuchtung. Manche Arbeiten verlangen ein räumlich gut verteiltes mildes Licht mit weichen Schatten, wie z. B. Zeichensäle; andere Arbeiten, wie z. B. feine Mechanikerarbeiten, erfordern eine konzentrierte Beleuchtung, die mehr gerichtetes Licht erzeugt.

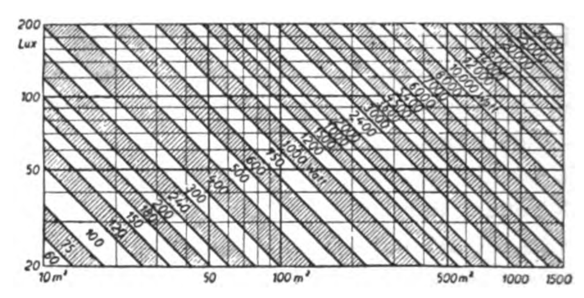


Abb. 1. Stromverbrauch in Watt für halbindirektes Licht (η = 0,4) und 220 V.

Man muß sich also je nach der Art der Arbeit zunächst über die Eigenart der Beleuchtung klar sein, ob also eine vorwiegend gerichtete Beleuchtung am Platze ist, welche praktisch mit Tiefstrahlern oder ähnlichen Leuchten erzeugt wird, oder eine zerstreute („diffuse“) Beleuchtung, welche die Anwendung von Großflächenleuchten oder Leuchten mit lichtstreuenden Gläsern bedingt.

Im übrigen sind an jede Beleuchtung folgende Hauptforderungen zu stellen:

1. Sie muß genügend hell sein.

Die für die wichtigsten Arbeitsstätten von der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft empfohlenen Mindestbeleuchtungsstärken betragen:

bei grober Arbeit (z. B. Schmiede) . . . 40 Lux,
Einzelplatzbeleuchtung 75 Lux,
bei mittelfeiner Arbeit (Sägen, Hobeln, Fräsen) . . . . 80 Lux,
Einzelplatzbeleuchtung 200 Lux,
bei feiner Arbeit (Feindrehen, Feinmontage, Lese- und Schreibarbeit) . . . . . . 150 Lux,
Einzelplatzbeleuchtung 650 Lux,
bei sehr feiner Arbeit (Gravieren, Uhrmacherarbeit, Spinnerei und Weberei, Zeichnen) . . . . 300 Lux,
Einzelplatzbeleuchtung 3000 Lux.

Diese Beleuchtungsstärken liegen wesentlich unter den bei Tageslicht herrschenden und stellen daher Mindestforderungen dar. Zu beachten ist, daß die Beleuchtungsstärken für Einzelplatzbeleuchtung erheblich höher sein müssen als für Allgemeinbeleuchtung. Die beste Beleuchtung läßt sich bei mäßiger Allgemeinbeleuchtung und zusätzlicher richtiger Platzbeleuchtung erzielen. Ein einfaches Schema ist in der Abb. 1 dargestellt. Soll beispielsweise ein Raum von 100 m² mit einer mittleren Be-

leuchtungsstärke von 100 Lux beleuchtet werden, so ist hierzu — wie aus dem Schaubild hervorgeht — ein Aufwand von 1500 W erforderlich, der zweckmäßigerweise von 3 Lampen von je 500 W aufgebracht wird. Für vorwiegend unmittelbares Licht kann man mit 10 % weniger, für ganz mittelbares Licht muß man mit 30 % Mehraufwand rechnen. Dieses Schema soll für Überschlagrechnung als Anleitung dienen, die genaue Ausarbeitung sollte man aber dem Lichtingenieur überlassen.

2. Sie darf nicht blenden.

Nackte Glühlampen dürfen natürlich unter keinen Umständen verwendet werden. Aber auch die Leuchten müssen so gestaltet sein, daß das Auge von den Lichtstrahlen der Glühlampen unter keinen Umständen getroffen wird. Außerdem soll auch die sogenannte Indirektblendung vermieden werden, die z. B. dann eintritt, wenn bei gerichteter Beleuchtung mit Kopierstift auf blankem Papier geschrieben wird.

3. Sie soll in genügender Gleichförmigkeit über den ganzen Arbeitsraum verteilt sein.

Das Auge darf nicht neben der schon ohnehin starken Beanspruchung noch unnötigerweise gezwungen werden, sich fortwährend von heller auf dunkle Beleuchtung umzustellen. Schon aus diesem Grunde ist es richtig, neben der Platzbeleuchtung eine mäßige Allgemeinbeleuchtung zu schaffen.

4. Licht und Schatten sollen richtig abgestimmt werden.

Bekanntlich sieht man Körperformen überhaupt erst durch den Helligkeitsunterschied ihrer Flächen. Es ist also völlig falsch, eine sogenannte „schattenfreie" Beleuchtung zu schaffen. Die Art der Beleuchtung ist vielmehr, wie schon erwähnt, zunächst festzulegen und dann durch Auswahl der geeigneten Leuchten für richtige Verteilung von Licht und Schatten zu sorgen.

5. Die Erkennung der natürlichen Farben muß, wenn nötig, gewährleistet sein.

„Wenn nötig" heißt, daß die Erkennung von Farben nicht immer unbedingt nötig ist, da es manchmal mehr auf die Erkennung guter Kontraste ankommt als auf die Erkennung von Farben. In diesem Falle kann man z. B. eine Beleuchtung mit Natriumlicht verwenden, welches die Kontraste ganz besonders scharf hervortreten läßt, eine Erkennung von Farben aber nicht ermöglicht. Wenn dagegen auch bei künstlicher Beleuchtung Farben in ähnlicher Weise unterschieden werden müssen wie bei Tageslicht, so sind entweder durch Vorsatz eines blauen Filters oder Verwendung von Tageslichtlampen die überschüssigen roten Strahlen aus den Glühlampen herauszufiltern, was mit erheblichem Verlust verbunden ist, oder aber es muß durch Zusatz von blauem Licht zum Glühlampenlicht eine Mischung erzeugt werden, die etwa dem Tageslichtspektrum entspricht. Das geschieht beispielsweise durch Verwendung von Quecksilberlampenlicht in Verbindung mit Glühlampenlicht[1]).

[1]) ETZ 55 (1934) S. 542.

Gute Straßenbeleuchtung im Dienste der Verkehrssicherheit.

Von H. Lingenfelser VDE, Berlin.

621. 32 : 628. 971 : 614. 86

Wenn für eine Verbesserung der Beleuchtung am Arbeitsplatz geworben wird, um die seelischen und körperlichen Arbeitsbedingungen des schaffenden Menschen durch ausreichendes Licht zu verbessern, dann darf ein großes Anwendungsgebiet des künstlichen Lichtes, die öffentliche Beleuchtung, nicht außer acht gelassen werden. Der Weg zur Arbeitsstätte, der jeden über die Straße führt, als Fußgänger, im Kraftwagen oder auf dem Fahrrade, hat wesentlichen Anteil am Tagesablauf, und dieser Weg wird während langer Wintermonate fast ausschließlich bei künstlichem Licht zurückgelegt. Auch die Straße ist Arbeitsplatz für viele Menschen; Hunderttausende von Berufskraftfahrern, Transportarbeitern und nicht zuletzt Polizeibeamten haben schwerste Augenarbeit auf der Straße zu leisten.

Der Gesichtspunkt der Augenschonung durch bessere Beleuchtung, wie er für die Beleuchtung von Arbeitsplätzen in den Betrieben in den Vordergrund gestellt wird, ist auf die öffentliche Beleuchtung heute kaum anwendbar. Von einer augenschonenden Beleuchtung sind wir auf diesem Gebiete im Durchschnitt so weit entfernt, daß dieses Ziel aus wirtschaftlichen Gründen in heute unerreichbarer Ferne schwebt. Was aber angestrebt werden muß, ist eine Beleuchtung, die wenigstens Leib und Leben der Straßenbenutzer so weit wie möglich sichert. Der Verkehr fordert in Deutschland jährlich einige tausend Todesopfer, und ein großer Teil der nachts vorkommenden Unfälle ist durch ungenügende Beleuchtung verursacht oder begünstigt.

Es ist verständlich, daß diejenigen Länder, die in der Motorisierung des Verkehrs am weitesten fortgeschritten sind, dieser Frage zuerst ihre Aufmerksamkeit zugewendet und die Abhängigkeit der Nachtunfälle von der Beleuchtung festzustellen versucht haben. Das Ergebnis dieser Arbeiten liegt in zahlreichen Statistiken[1]) aus Amerika, England und Frankreich vor, über die im folgenden eine Übersicht gegeben werden soll.

Zunächst wird die Frage interessieren, wie die Verkehrsunfälle überhaupt auf Tag- und Nachtzeit verteilt sind, und dann die weitere, ob und wie der Anteil der Nachtunfälle sich im Laufe der Jahre ändert.

M. Gaster[2]) gab für London und das Jahr 1913 das Verhältnis der Nacht- zu den Tagunfällen mit 17 % an. Später[3]) war es auf 29 % im Jahre 1920 und auf 46 % im Jahre 1926 gestiegen; die neueste Angabe zeigt eine weitere Steigerung auf 54 %. Diese Entwicklung in einem bestimmten Bezirk zeigt deutlich die Steigerung des Nachtverkehrs und der nächtlichen Unfälle.

Nach einer Statistik des New York State Motor Vehicle Bureau[4]) machten 1927 die Nachtunfälle 79 % der Tagunfälle aus, im Jahre 1932 dagegen überwiegen bereits die Unfälle während der Nacht, der Prozentsatz beträgt 109 % (tödliche Unfälle).

Eine sehr gründliche amerikanische Statistik[5]), die sich über die Unfälle in 227 Städten mit mehr als 40 Mill Einwohnern erstreckt, ergab für das Jahr 1932 nächtliche Unfälle in Höhe von 82 % der Unfälle am Tage. Man erkennt aus diesen Zahlen, daß vor dem Kriege und noch vor 10 bis 15 Jahren verhältnismäßig wenig Unfälle in die Dunkelstunden fielen, daß aber die heutigen Verkehrsbedingungen diese Lage völlig verschoben haben.

Von besonderer Wichtigkeit ist naturgemäß die Frage, ob es möglich ist, einen unmittelbaren Nachweis dafür zu erbringen, daß ungenügende oder fehlende Beleuchtung Unfälle verursacht. Dies ist, soweit einer statistischen Feststellung überhaupt eine Beweiskraft zuerkannt werden kann, tatsächlich möglich, und zwar in solchen Fällen, wo entweder die Wirkung von störenden Einflüs-

[1]) Siehe auch S. 1179 dieses Heftes.

[2]) Illum. Engr., Lond., 10 (1917) S. 38.
[3]) Illum. Engr., Lond., 20 (1927) S. 130.
[4]) M. Diggs, Automot. Ind. (1933) S. 356.
[5]) R. Simpson, Trans. Illum. Engng. Soc. 28 (1933) S. 651; Licht 4 (1934) S. 237.



sen, wie Verkehrsdichte, Witterung u. dgl., ausgeschaltet werden kann, oder in den selteneren Fällen, wo die Unfälle auf einer einzelnen Straße vor und nach der Einführung einer neuen oder verbesserten Beleuchtungsanlage gezählt werden. Statistiken der letzteren Art liegen einige vor.

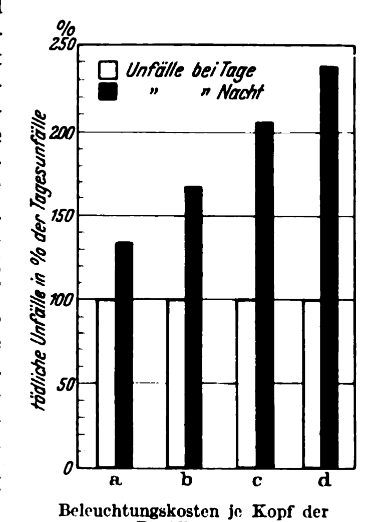
Der Bay Shore Boulevard in San Francisco[6]), früher unbeleuchtet, wurde mit einer Beleuchtungsanlage versehen. In dem auf die Umstellung folgenden Jahre haben die Tagesunfälle um 2 % gegen das Vorjahr abgenommen, die Unfälle während der Nacht gingen aber um 42 % zurück.

In Schenectady[6]) wurden die Unfälle auf Straßen von 9,5 km Länge während 4 Jahren gezählt. Nach 2 Jahren wurde eine Beleuchtungsanlage eingerichtet. In den 2 folgenden Jahren nahmen die Unfälle am Tage um 13,1 % zu, während der Nacht dagegen um 40 % ab.

Auf den Staatsstraßen von Indiana[7]) betrug der Nachtverkehr etwa ⅓ des Gesamtverkehrs, die nächtlichen Unfälle aber ⅔ der gesamten Unfälle. Eine Untersuchung im Gesamtgebiete von Cleveland führte zu dem Schluß, daß 37 % der nächtlichen Unfälle vermeidbar seien.

Nach der Statistik des New York State Motor Vehicle Bureau nahmen im Jahre 1932 gegen 1927 die Tagunfälle um 11 % zu, die Nachtunfälle aber um 50 %.

Die bereits erwähnte sehr umfassende Untersuchung von R. Simpson ist inzwischen fortgeführt worden[8]), die Ergebnisse umfassen jetzt die Jahre 1931, 1932 und 1933. Die Zahl der eingegangenen Antworten ist etwas geringer als im Vorjahre, es haben sich nur noch 60 Städte beteiligt, allerdings mit immer noch 31,7 Mill Einwohnern, vorwiegend also wohl Großstädte. Das angewandte Verfahren scheint etwas verwickelt. Simpson geht von der Überlegung aus, daß gewisse Stunden im Sommer Tageslicht, im Winter aber künstliches Licht haben. Er vergleicht nun lediglich die Unfälle während dieser Tageszeit von 17 bis 20 h, um den Einfluß der Beleuchtung auf die Unfälle festzustellen. Da in der Großstadt die Verkehrsdichte im wesentlichen nur durch die Uhrzeit bedingt ist, dürften im Winter zwischen 17 und 20 h nicht mehr Unfälle auftreten als im Sommer, d. h. bei künstlichem Licht nicht mehr als bei Tageslicht. Der Witterungseinfluß wird zuvor durch einen zehnprozentigen Zuschlag zu den Winterunfällen ausgeglichen. Die im Winter tatsächlich geschehenen Unfälle übersteigen weit die Zahl, die auf Grund der vorhergehenden Überlegungen zu erwarten gewesen wäre (Zahlentafel 1); der Überschuß muß durch die schlechtere Beleuchtung verursacht sein. Der Verfasser setzt ferner die Kosten der Straßenbeleuchtung je Kopf der Bevölkerung in Bezug zu den Schadenskosten der Unfälle, wobei die Unterlagen der Versicherungsgesellschaften zu Hilfe genommen wurden.



Beleuchtungskosten je Kopf der Bevölkerung:
a über 3,75 RM c 1,25 bis 2,5 RM
b 2,5 bis 3,75 RM d bis zu 1,25 RM

Abb. 1. Zahl der tödlichen Unfälle bei Nacht in Prozent der tödlichen Unfälle bei Tage, geordnet nach der Höhe der Ausgaben für Straßenbeleuchtung.

Bei der großen Zahl der an der Umfrage beteiligten Gemeinden und der Ausführlichkeit der Antworten war

[6]) Wie Fußnote 4.
[7]) K. M. Reid, Electr. Wld., N. Y., 97 (1931) S. 1186.
[8]) R. Simpson, Electr. Wld., N. Y., 104 (1934) S. 1162.

Zahlentafel 1. Hauptsächliche Ergebnisse der Untersuchung 1931, 1932 und 1933.

	1931 46 Städte	1932 227 Städte	1933 60 Städte
Bevölkerung	25 355 000	40 669 000	31 745 000
Kosten der Straßenbeleuchtung Mill RM*)	68	111,8	71,7**)
Kosten der Straßenbeleuchtung je Kopf RM	2,65	2,75	2,35**)
Tödliche Autounfälle zwischen 17 und 20 h in den Sommermonaten	366	505	287
Zuschlag von 10% für winterliches Wetter und ungünstige Beschaffenheit der Straßendecke	36	50	28
a) demnach waren im Winter zu erwarten	402	555	315
b) tatsächliche Unfälle im Winter	794	1 025	735
Unfälle, die durch unzureichende Beleuchtung verursacht wurden (b—a)	392	470	420
Zunahme Winter gegen Sommer	117%	102%	156%
Autounfälle ohne Todesfolgen zwischen 17 und 20 h in den Sommermonaten	9 516	13 130	7 462
Zuschlag von 10% für winterliches Wetter und ungünstige Beschaffenheit der Straßendecke	951	1 313	746
a) demnach waren im Winter zu erwarten	10 467	14 443	8 208
b) tatsächliche Unfälle im Winter	20 644	26 650	19 110
Unfälle, die durch unzureichende Beleuchtung verursacht wurden (b—a)	10 177	12 207	10 902
Mehrbetrag der wirtschaftlichen Schäden im Winter Mill RM	79,2	93,1	84,9
Mehrbetrag der wirtschaftlichen Schäden im Winter je Kopf RM	3,12	2,27	2,68

*) 1 $ = 2,5 RM.
**) Geschätzt auf Grund unvollständiger Berichte.

eine Betrachtung mehr wirtschaftlicher Art möglich, die allerdings geradewegs in den Kern des Problems zu führen scheint, und deren Ergebnis für das Jahr 1932[9]) in Abb. 1 wiedergegeben ist. Teilt man die Städte nach ihrem spezifischen Aufwand für Straßenbeleuchtung in Gruppen, setzt man die Unfälle am Tage in jeder Gruppe gleich 100, so ergibt sich eine geradezu gesetzmäßige Zunahme der Nachtunfälle in dem Maße, wie die Aufwendungen für die öffentliche Beleuchtung geringer werden.

Zahlentafel 2. Zusammenhang zwischen Verkehrsdichte, Straßenbeleuchtung und Autounfällen (30 Städte).

Verkehrsdichte	Beleuchtungsklasse	Mill Wagenkilometer tags	Mill Wagenkilometer nachts	tödliche Unfälle tags	tödliche Unfälle nachts	Unfälle je Mill Wagenkilometer tags	Unfälle je Mill Wagenkilometer nachts
A	A	151,5	44,0	25	48	0,17	1,01
A	B	357,0	100,0	57	138	0,16	1,38
A	C	46,6	10,5	6	22	0,13	2,10
A	D	92,0	19,5	11	44	0,13	2,25
B	A	13,7	4,8	4	5	0,29	1,04
B	B	87,0	24,1	28	54	0,32	2,24
B	D	64,1	16,4	10	51	0,16	3,10
C	B	7,3	1,8	2	7	0,27	3,90
C	C	7,4	1,0	2	5	0,27	5,00
C	D	15,9	5,0	5	19	0,31	3,80
insgesamt:		842,5	227,1	150	393	0,22	2,58

Weitere Untersuchungen, die an derselben Stelle veröffentlicht sind[8]), schalten den Einfluß der Verkehrsdichte einwandfrei aus. Aus gemeinsamer Arbeit der Polizeiverwaltungen, der Elektrizitätswerke, der Ortsgruppen des National Safety Council und der Bundesbehörden in 30 Städten ergibt sich die Zahlentafel 2. Die Einteilung der Straßen nach Verkehrsdichte und Güte der Beleuchtung erfolgte nach den Leitsätzen für Straßenbeleuchtung der Illuminating Engineering Society[10]). Das Ergebnis besagt, daß die Unfälle je Million Fahrzeugkilometer nachts das Vielfache gegen tags betragen. Je niedriger die Klasse der Beleuchtung ist, um so größer ist im allgemeinen die Zahl der Unfälle.

Zahlentafel 3 und 4 geben ähnliche Ergebnisse für Überlandstraßen bei Washington bzw. New York. Die Beleuchtung dieser Landstraßen wurde in den Jahren 1933

[9]) Wie Fußnote 5.
[10]) ETZ 52 (1931) S. 1310.



bzw. 1934 außer Betrieb genommen, da infolge der Wirtschaftskrise die Mittel fehlten. Das scharfe Ansteigen der Nachtunfälle blieb nicht aus.

Zahlentafel 3. Autounfälle während der Dunkelstunden. Mount-Vernon-Überlandstraße.

1. 7. 1932 bis 1. 12. 1932	mit Beleuchtung
Mill Wagenkilometer	5,04
Zahl der Unfälle	9
Unfälle je Mill Wagenkilometer	1,8
1. 7. 1933 bis 1. 12. 1933	ohne Beleuchtung
Mill Wagenkilometer	5,04
Zahl der Unfälle	22
Unfälle je Mill Wagenkilometer	4,4

Zahlentafel 4. Autounfälle während der Dunkelstunden. Saw-Mill-River-Parkweg und Hutchinson-River-Parkweg.

1. 1. 1933 bis 1. 7. 1933	mit Beleuchtung
Mill Wagenkilometer	12,7
Zahl der Unfälle	59
Unfälle je Mill Wagenkilometer	4,65
1. 1. 1934 bis 1. 7. 1934	ohne Beleuchtung
Mill Wagenkilometer	12,7
Zahl der Unfälle	81
Unfälle je Mill Wagenkilometer	6,4

Die Landstraße Paris—Versailles ist seit 2 Jahren durchgehend beleuchtet. Auf dem Abschnitt Ville d'Avray—Versailles, der mit Natriumdampflampen beleuchtet ist, haben die Nachtunfälle um 75 % abgenommen[11]).

Eine Untersuchung unter Mitarbeit des englischen Verkehrsministeriums[12]) ergab, daß 8 % aller Unfälle durch fehlerhafte Beleuchtung und blendende Kraftwagenscheinwerfer verursacht sind.

Eine Statistik aus dem Jahre 1932[13]) von seiten des englischen Verkehrsministeriums und der Vereinigung der Straßenbeleuchtungs-Ingenieure erfaßte in 6 Monaten 3129 tödliche Unfälle. Diese enthielten 374 Fälle, herrührend von Fehlern an den Fahrzeugen. 88 Unfälle gingen auf blendende Scheinwerfer und 117 auf solche Beleuchtungsvorrichtungen an Wagen zurück, die eine ungenügende Beleuchtung gaben. Man hatte also 205 tödliche Unfälle durch fehlerhafte Lichtanlagen gegen 59 durch Fehler in der Lenkung, was beispielsweise erwähnt sei.

[11]) P. Maillard, La Vie Automobile (1935) S. 196.
[12]) Illum. Engr., Lond., 19 (1926) S. 354.
[13]) Lux 7 (1934) S. 4.

Im Department de l'Oise in Frankreich ergab eine Untersuchung[14]) der Polizeibehörde, daß von 383 Unfällen 42 durch fehlerhafte Lichtanlagen an Fahrzeugen hervorgerufen wurden. Das sind 11 % aller Unfälle. Bei 55 % der Unfälle waren die Umstände so gelagert, daß Fehler der Beleuchtung möglicherweise eine Rolle gespielt haben.

Man mag über den Wert statistischer Erhebungen verschiedener Meinung sein, aber man wird vor der Fülle der Zahlen, die im Laufe der letzten 20 Jahre auf diesem Gebiete veröffentlicht worden sind, nicht die Augen verschließen können. Das Material erstreckt sich auf alle Arten von Straßen, großstädtische Verkehrsstraßen und Straßen in kleinen Städten, Landstraßen jeder Art und ausgesprochene Autostraßen, auf ortsfeste und Fahrzeugbeleuchtung. Immer lassen die Zahlen darauf schließen, daß die Klagen erfahrener Kraftfahrer über die Gefährlichkeit ungenügender Beleuchtung berechtigt sind.

In dem betrachteten Zeitraum hat sich auch der Verkehr Deutschlands in entscheidender Weise verändert. Im Juli 1914 waren in Deutschland, umgerechnet auf das heutige Gebiet des Reichs, 84 672 Kraftfahrzeuge zugelassen, am 1. 7. 1935 sind es 2 140 437, das ist mehr als das 25fache. Die Geschwindigkeit der Fahrzeuge wurde stark erhöht, nicht nur die tatsächliche, sondern auch die im Verkehr gesetzlich zugelassene Höchstgeschwindigkeit. Die Verkehrsgefahr nimmt mit der Dichte und der Geschwindigkeit des Verkehrs stark zu. Seit dem Kriege ist ein ausgesprochener Nachtverkehr (Güterfernverkehr) neu entstanden, der die Stadtstraßen und die Landstraßen belastet und der Straßenbeleuchtung innerhalb der Städte, auf den Ausfallstraßen und gewissen stark befahrenen Landstraßen eine früher nicht gekannte Bedeutung verleiht. Fast 300 000 Lastwagen, Autobusse, Straßenreinigungsfahrzeuge u. dgl. sind mit Berufsfahrern besetzt, deren Arbeitsplatz die Straße ist, für deren Sicherheit gesorgt werden muß.

Die Fahrzeugstatistik läßt beim Vergleich mit anderen Ländern erkennen, daß Deutschland heute erst am Anfang seiner Motorisierung steht. Es ist der oft ausgesprochene Wille der Reichsregierung, diese Entwicklung zu fördern; der Bau der Reichsautobahnen zeigt, daß Deutschland in der Planmäßigkeit des Aufbaus unseres Verkehrswesens führend ist. Es gilt, aus der Erfahrung der anderen Länder rechtzeitig zu lernen und die öffentliche Beleuchtung so zu gestalten, daß die Sicherheit des Verkehrs im Rahmen des wirtschaftlich Möglichen gewährleistet ist.

[14]) J. Wetzel, Lux 3 (1930) S. 154.

Die zweckmäßige Beleuchtung des Werkplatzes.

Von Dipl.-Ing. **H. Flenter**, Berlin.

621. 32 : 628. 972 : 66/69

Reichliche und gute Beleuchtung auf dem Arbeitsplatz hat sich erfahrungsgemäß als der beste Arbeitshelfer erwiesen. Interessante Untersuchungen, die in den letzten Jahren in verschiedenen Industriezweigen vorgenommen wurden, haben bestätigt, daß durch Verstärkung der Beleuchtung Güte und Menge der Arbeitsergebnisse wesentlich gesteigert werden und die auf diese Weise gewonnenen Überschüsse die Mehrkosten der verbesserten Beleuchtung um ein Vielfaches übersteigen.

Der wirtschaftliche Vorteil einer guten und zweckmäßigen Beleuchtung ist gewiß recht erfreulich, aber er darf nicht von ausschlaggebender Bedeutung sein. Gut beleuchtete Arbeitsplätze müssen mit Rücksicht auf den arbeitenden Menschen auch dort geschaffen werden, wo sich ein wirtschaftlicher Vorteil scheinbar nicht mehr nachweisen läßt. Hier ist die reichliche und gute Beleuchtung des Arbeitsplatzes ein wirksames Mittel, das Wohlbefinden und die Arbeitslust des schaffenden Menschen zu fördern.

Für eine gute und zweckmäßige Beleuchtung des Arbeitsplatzes stehen eine ganze Reihe geeigneter Leuchtentypen zur Verfügung, die sich durch ihre vielseitige Verwendungsmöglichkeit seit Jahren vorzüglich bewährt haben. Es genügt aber nicht allein, neuzeitliche und lichttechnisch richtige Leuchten anzuschaffen. Es kommt vor allem darauf an, diese Leuchten auch lichttechnisch richtig anzuwenden.

Welche Leuchtentype in den einzelnen Fällen zu wählen ist, hängt von den besonderen Arbeitsbedingungen am Werkplatz ab. Je sorgfältiger hier die Auswahl unter den zur Verfügung stehenden Leuchten getroffen wird, desto besser wird die Leuchte später ihren Zweck erfüllen.

Für die Beleuchtung von Werkzeugmaschinen werden in zahlreichen Betrieben Gelenkleuchten verwendet. Diese

Leuchtentypen sind im allgemeinen mit einem tiefgezogenen parabolischen Reflektor versehen, der eine vollständig blendungsfreie, gleichmäßige und intensive Beleuchtung ergibt. Ein allseitig verstellbarer Gelenkarm ermöglicht es, den Lichtkegel je nach Bedarf auf jede beliebige Stelle des Arbeitsplatzes zu richten. Die Form des Reflektors ist so gewählt, daß bei der günstigsten Lichtverteilung auch die höchste Lichtausbeute erzielt

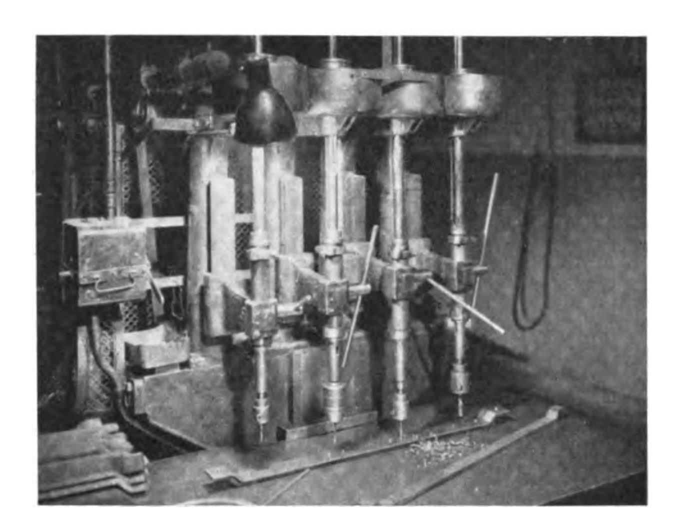


Abb. 1 Zweckmäßige Beleuchtung einer vierspindligen Bohrmaschine durch eine seitlich angebrachte Gelenkleuchte.

wird. Kräftige Tragarme und zuverlässig hemmende Reibungsgelenke müssen die sichere Gewähr geben, daß die Leuchte auch bei den nicht immer erschütterungsfrei arbeitenden Maschinen allen Anforderungen genügt.

Gelenkleuchten eignen sich zur Beleuchtung von Stanzen, Scheren, Pressen, Hobel-, Stoß- und Bohrmaschinen (Abb. 1). Sie beleuchten das Arbeitsfeld der Maschine und lassen sich schnell immer dorthin schwenken, wo während der Bedienung und Einstellung der Maschinen gerade Licht gebraucht wird, z. B. auf dem Teilkopf, an den Handrädern am Spanntisch oder an den Schalteinrichtungen. An der Drehbank wird die Leuchte am Support befestigt und läuft dort mit dem Drehstahl mit. Hier macht sich die allseitige Verstellbarkeit der Gelenkleuchte besonders angenehm bemerkbar, da sie es gestattet, den Lichtkegel während des Ausdrehens auch in das Werkstück hineinzurichten.

An Stelle der Gelenkleuchten werden zur Beleuchtung der Maschinen vielfach auch sogenannte Auslegerleuchten verwendet. Diese Leuchten sind mit einem in einer Wandführung schwenkbaren und in der Höhe verstellbaren Auslegearm ausgestattet. Der Leuchtenkopf, der

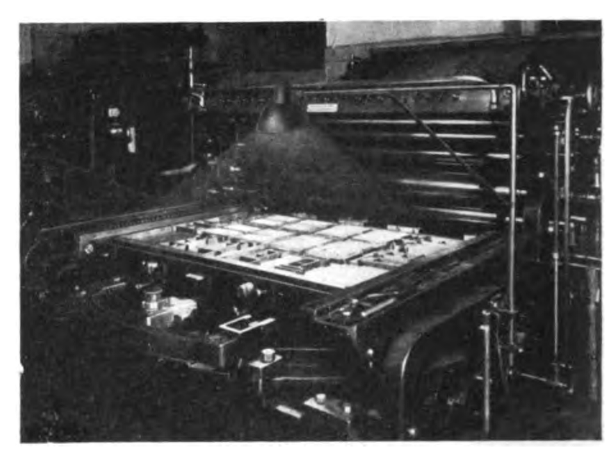


Abb. 2. Richtige Beleuchtung der Schlittenseite einer Schnellpresse durch eine Auslegerleuchte.

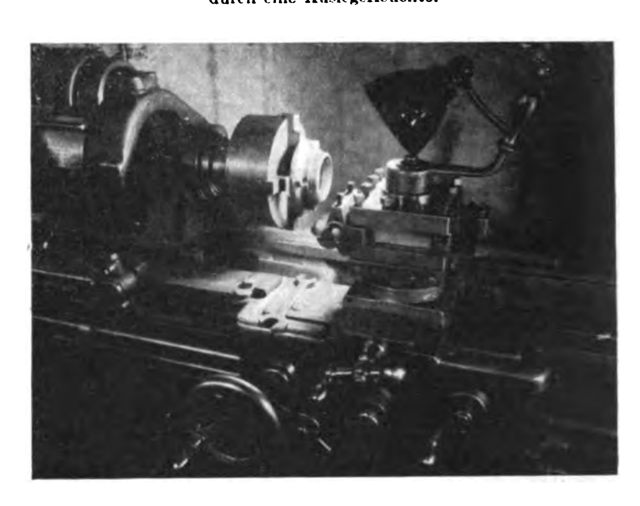


Abb. 3. Gute Beleuchtung einer Drehbank durch eine Metallschlauchleuchte.

möglichst seitlich drehbar, nach vorn und hinten schwenkbar sein soll, läßt sich gewöhnlich in einem Halbkreise von etwa zwei Meter Durchmesser herumschwenken.

Die Auslegerleuchte kann in ähnlicher Weise wie die Gelenkleuchte an Werkzeug- und Arbeitsmaschinen verwendet werden. Abb. 2 zeigt ein Beispiel aus dem graphischen Gewerbe. Die Auslegerleuchte dient hier zur Beleuchtung der Schlittenseite einer Schnellpresse, um beim Zurichten der Maschine den eingehobenen Satz genau ausrichten und während des Druckvorganges schnell überprüfen zu können.

In steigendem Maße findet neuerdings auch die Metallschlauchleuchte Verwendung zur Beleuchtung von Maschinen verschiedener Art, da der Leuchtenkopf sich

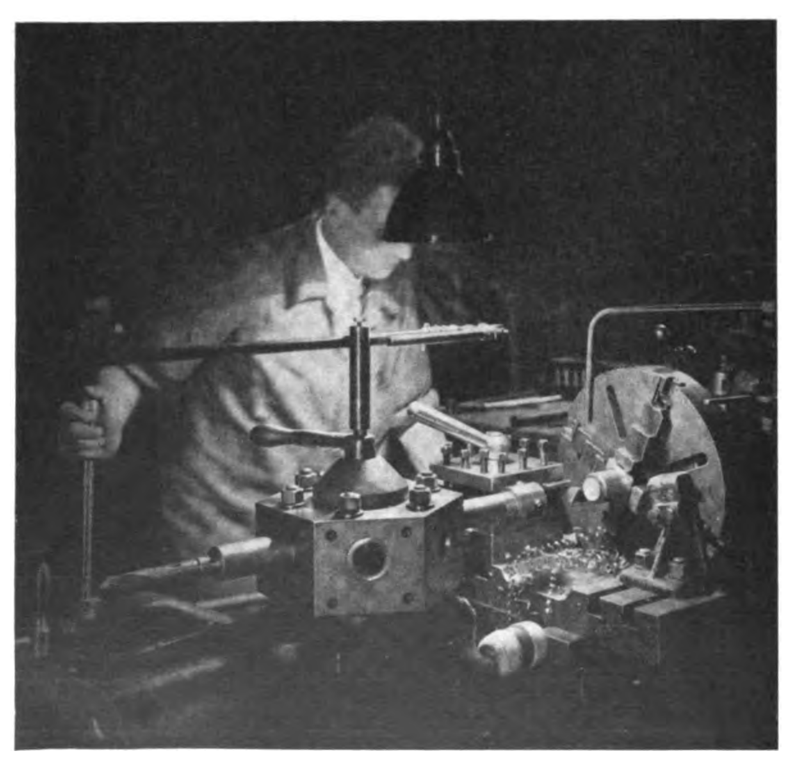


Abb. 4. Gute Beleuchtung eines Halbautomaten durch eine hängende Werkplatzleuchte.

durch die bequeme Einstellmöglichkeit des Metallschlauches je nach Bedarf beliebig verstellen läßt. Durch sorgfältige Auswahl und geeignete Verarbeitung des Metallschlauches ist die Gewähr gegeben, daß der Schlauch den Leuchtenkopf auch bei ständigen Erschütterungen



Abb. 5. Zweckmäßige Beleuchtung von Montagetischen durch geeignete Gelenkleuchten.

der Maschinen in der Betriebsstellung zu halten vermag. Abb. 3 zeigt eine Metallschlauchleuchte am Support einer Drehbank; der Lichtkegel leuchtet während des Ausbohrens in das Werkstück hinein und ermöglicht damit eine leichte Überwachung der Bohrarbeit.



Abb. 6. Einwandfreie Beleuchtung auf der Arbeitsfläche eines Geländerstuhles durch eine Webstuhlleuchte.

In neuzeitlichen Werkstätten sind alle Werkzeug- und Arbeitsmaschinen mit geeigneten Leuchten ausgerüstet. Manche Maschinen erfordern Leuchten mit vielseitiger Verstellbarkeit und großen Armlängen, andere bedingen Leuchten mit nur kurzen Ausladungen und geringer Beweglichkeit. Die Entscheidung, ob die eine oder andere Bauart für die betreffende Maschine zweckmäßiger ist, muß von Fall zu Fall getroffen werden. Die richtige Auswahl der Leuchtentype kann der Betriebsfachmann durch verständnisvolle Zusammenarbeit mit dem Beleuchtungstechniker jeweils leicht treffen.

Die Befestigung der Leuchten an den Maschinen erfordert in allen Fällen sorgfältige Überlegung. Richtig wäre es, wenn die Maschinenfabrikanten ihre Maschinen von Haus aus mit einer zweckmäßigen Beleuchtungseinrichtung liefern würden. Wenn Maschinen nachträglich mit einer geeigneten Leuchte versehen werden sollen, so empfiehlt es sich im allgemeinen, diese am starren Gußkörper anzubringen, damit sie bei schnellaufenden Maschinen nicht unnötigerweise starken Erschütterungen ausgesetzt wird, die mitunter einen unangenehmen Glühlampenverschleiß zur Folge haben.



Abb. 7. Zeitgemäße Beleuchtung von Schalttafelfeldern durch Wandarmleuchten.

Nicht an allen Maschinen sind geeignete Befestigungsmöglichkeiten zum nachträglichen Anbringen der Leuchten vorhanden. Aus diesem Grunde werden in vielen Betrieben die Werkzeug- und Arbeitsmaschinen mit hängenden Werkplatzleuchten beleuchtet. Derartige Leuchten sind ebenfalls mit einem tiefgezogenen Reflektor ausgerüstet, der bei günstigster Lichtverteilung eine gleichmäßige und vollständig blendungsfreie Beleuchtung liefert. Die Werkplatzleuchten lassen sich leicht über Drehbänken und Automaten (Abb. 4) aufhängen. Sie beleuchten die Arbeitstische von Scheren und Blechschneidemaschinen. Sie erleichtern die Arbeiten am Werktisch von Schleif-, Fräs- und Hobelmaschinen.

Die Aufhängehöhe der Werkplatzleuchten über dem Arbeitsfeld kann bei Verwendung von Gummischlauchleitungen mit Hilfe eines Pendelverkürzers schnell und bequem den jeweiligen Bedürfnissen angepaßt werden.

Montage- und Revisionstische, bei denen für die zu verrichtenden Arbeiten ständiger Lichteinfall von oben ausreichend ist, werden gleichfalls mit hängenden Werk-

platzleuchten vorteilhaft beleuchtet. Doch für die Beleuchtung von Werkplätzen, an denen von einem Arbeiter die Bedienung mehrerer nebeneinander liegender Vorrichtungswerkzeuge gefordert wird, sind die in größerem Umkreise schwenkbaren Auslegerleuchten besser geeignet. Wenn bei der Montage schwieriger Geräte, wie Rundfunkgeräte, Schreibmaschinen o. dgl., das Werkstück zuweilen auch von der Seite oder schräg von unten angeleuchtet werden muß, dann empfiehlt sich wieder die Verwendung von Gelenkleuchten mit allseitig verstellbaren Gelenkarmen (Abb. 5).

Für manche Industriezweige sind in den letzten Jahren geeignete Sonderleuchten durchgebildet worden. Die Notwendigkeit hierfür lag besonders in der Textilindustrie vor. Die „blendende Beleuchtung“ der bekannten flachen kegelförmigen Metallreflektoren mit weit herausragenden Glühlampen ist in nicht wenigen Webereien noch heute anzutreffen. Diese Reflektoren erfüllen ihren Zweck nur sehr unvollkommen, weil das Auge infolge der Blendung der Arbeitsgeschwindigkeit unserer neuzeitlichen Maschinen nicht schnell und sicher genug zu folgen vermag. Bei Verwendung zweckmäßig durchgebildeter Leuchten mit angepaßter Lichtverteilung und vollkommener Blendungsfreiheit kann die Leistungsfähigkeit und damit die Arbeitsgeschwindigkeit des Arbeiters erfahrungsgemäß beträchtlich gesteigert werden.

Abb. 6 zeigt die Beleuchtung eines Geländerwebstuhles mit einer Webstuhlleuchte, die in fast allen Zweigen der vielseitigen Textilindustrie Eingang gefunden hat. Lade und Geschirr sind einwandfrei und blendungsfrei beleuchtet. Die Form des Rückstrahlers ist so gewählt, daß sich eine Beleuchtung mit genau abgestimmter Schattigkeit ergibt, die Fehler in dem Arbeitsgute leicht und sicher erkennen läßt.

Zur Beleuchtung von Sortierschränken, Aktenregalen, Schalttafeln usw. sind sehr zweckmäßig durchgebildete Wandarmleuchten vorhanden. Diese Leuchten sind mit mit einem lichttechnisch einwandfreien Reflektor ausgestattet, dessen Lichtkegel durch allseitige Verstellbarkeit des Leuchtenkopfes und durch Schwenkung des Armes jeweils auf das Arbeitsfeld eingestellt werden kann. Abb. 7 veranschaulicht die zeitgemäße Beleuchtung von Schalttafelfeldern in der Warte eines Kraftwerkes.

Für die Beleuchtung von Arbeitsplätzen, die an keinen festen Ort gebunden sind, kommen als ortsveränderliche Leuchten die Handleuchten in Betracht. Sehr große Verbreitung haben in den letzten Jahren die Weichgummi-Handleuchten (Abb. 8) gefunden, die neuerdings für stark ölhaltige Betriebe, wie Kraftwagen-Ausbesserungswerkstätten oder Ölraffinerien, auch in ölfester Ausführung lieferbar sind. Unangenehme Blendungserscheinungen bei Handleuchten kann man durch geeignete Muschelblenden vermeiden, die sich nachträglich schnell und mühelos an jeder Leuchte anbringen lassen.

In diesem Zusammenhange soll die Beleuchtung von Schreibtischen gestreift werden. Hier werden noch heute in vielen Fällen völlig veraltete „Stehlampen“ verwendet,



Abb. 8. Wasserdichte Weichgummi-Handleuchte in einer Wagenwäscherei.

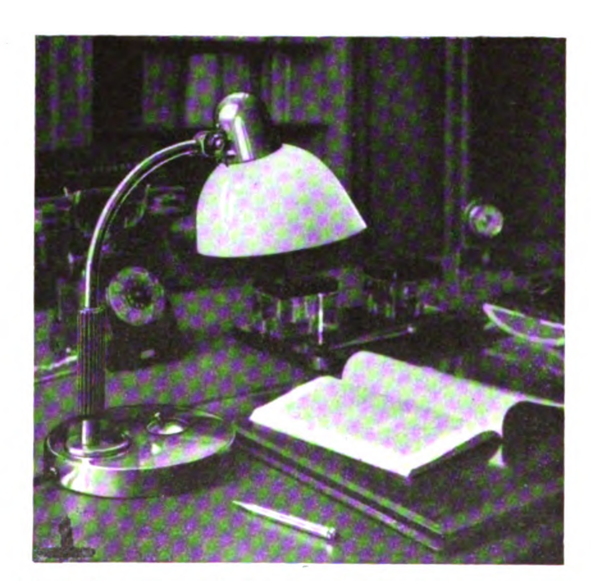


Abb. 9. Neuzeitliche Schreibtischleuchte mit schrägem Glasschirm.



Abb. 10. Gute Kochherdbeleuchtung durch eine Porzellan-Wandleuchte.



obgleich auch auf diesem Zweige der Beleuchtungstechnik sehr zweckmäßige und geschmackvolle Leuchtentypen zur Verfügung stehen. Neue, zeitgemäße und lichttechnisch einwandfreie Tischleuchten, für die Abb. 9 ein Beispiel zeigt, sind so durchgebildet, daß das Licht auf die Arbeitsfläche gelenkt wird und nicht etwa auf den Fuß der Leuchte, wie das zumeist bei den alten Stehlampen der Fall ist.

Im Haushalt ist die Notwendigkeit zusätzlicher Arbeitsplatzbeleuchtung bisher viel zu wenig beachtet worden. Mit verhältnismäßig geringen Kosten läßt sich hier eine geeignete Arbeitsplatzbeleuchtung am Kochherd, über dem Spültisch oder neben dem Ankleidespiegel anbringen. Entsprechende Leuchtenausführungen stehen in genügender Auswahl zur Verfügung. Abb. 10 zeigt ein Beispiel für eine vorbildliche Zusatzbeleuchtung über dem Kochherd durch eine wasserdichte Porzellan-Wandleuchte.

Diese Beispiele und Anregungen für eine richtige und zweckmäßige Beleuchtung des Arbeitsplatzes lassen klar und deutlich erkennen, daß bei der Auswahl der Leuchten auf die jeweiligen Arbeitsverhältnisse Rücksicht zu nehmen ist. Die Sonderbeleuchtung des Arbeitsplatzes mit hoher Beleuchtungsstärke auf dem Arbeitsfelde erfordert eine ausreichende Allgemeinbeleuchtung, damit nicht durch starke Beleuchtungsunterschiede zwischen dem Arbeitsplatz und seiner Umgebung eine Verminderung des Erkennungsvermögens, eine rasche Ermüdung und Überanstrengung des Auges eintritt.

Die Deutsche Lichttechnische Gesellschaft hat in Zusammenarbeit mit den Behörden unter genauer Berücksichtigung der Zusammenhänge zwischen Licht und Leistung für die künstliche Beleuchtung Mindestsätze ermittelt[1]), die eingehalten werden müssen, wenn die Augen ihre Arbeit ohne Nachteil leisten sollen. Die Leitsätze der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft enthalten genaue Angaben, welche Beleuchtungsstärken bei den zu verrichtenden Arbeiten im Raum und an den Arbeitsplätzen vorhanden sein müssen.

[1]) Siehe S. 1166 dieses Heftes.

Arbeit und Licht.

Von Dipl.-Ing. **W. Kircher** VDE, Berlin.

621. 32 : 628. 972 : 66/69

Die Neuwertung des schaffenden deutschen Menschen erhält in dem Gedanken der „Schönheit der Arbeit“ einen besonders sinnfälligen Ausdruck. Daß unter den Faktoren, die die Schönheit der Arbeit bestimmen, die Beleuchtung mit an erster Stelle steht, darf man als selbstverständlich ansehen. Denn es gibt so gut wie keine Tätigkeit für den normalen Menschen, bei der nicht der Gesichtssinn, also unser Auge, in irgendeiner Weise beteiligt wäre. Um so mehr muß es überraschen, daß gerade in Arbeitsräumen heute noch häufig völlig unzureichende Beleuchtungsverhältnisse anzutreffen sind. Die Gründe hierfür sind verschiedener Art. Eine der Ursachen liegt wohl darin, daß man die Beleuchtung mehr als Unkostenfaktor ansieht und dann glaubt, am wirtschaftlichsten zu handeln, wenn der Beleuchtungsaufwand so niedrig wie möglich gehalten wird. Daß es sich hierbei um eine durchaus irrige Auffassung handelt, haben die zahlreichen in der Praxis durchgeführten Versuche bestätigt. Wenn z. B. in einer Setzerei festgestellt werden kann[1]), daß der Handsetzer bei einer Beleuchtungsstärke von 20 Lux, also einer verhältnismäßig schwachen Beleuchtung, nur 77 % von der bei Tage oder bei einer gleichwertigen künstlichen Beleuchtung von 300 Lux möglichen Leistung vollbringt, so läßt sich damit nicht nur nachweisen, daß die Wahl einer derart schwachen Beleuchtung rein wirtschaftlich gesehen nachteilig ist, sondern auch vom Standpunkt der Erhaltung der Arbeitskraft des Werte schaffenden Menschen. Denn eine Beleuchtung, bei der die Arbeitsleistung um rd. 20 % sinkt, muß notwendigerweise eine Behinderung bei der Arbeit mit sich bringen und schließlich zu einer Überanstrengung und damit zu vorzeitiger Ermüdung führen. Und gerade die Ermüdung, die sich leider nur schwer zahlenmäßig erfassen läßt, wird von den Hygienikern als „der viel billionenfache Feind des Menschen“ bezeichnet.

Ein weiterer Grund für die Tatsache der noch vielfach unzureichenden Beleuchtungsverhältnisse gerade in Arbeitsräumen liegt zu einem guten Teil darin, daß sich der Lichtbenutzer vielfach keine klare Vorstellung davon machen kann, wie eine gute und zweckmäßige Beleuchtung beschaffen sein muß. Man muß sich vor allem darüber klar sein, daß den Maßstab für die Beurteilung der Güte einer Beleuchtung nur unser Auge liefern kann. Um einem Arbeitsgegenstand die zum mühelosen Erkennen günstige Leuchtdichte zu geben, ist eine bestimmte Beleuchtungsstärke notwendig, die abhängig ist von der Größe und der Rückstrahlung des Werkstückes sowie von der Art der Arbeit, ob ruhend oder bewegt. Wie sehr bereits eine allgemein gültige Angabe der zweckmäßigen Beleuchtungsstärke für die verschiedensten Arbeitsvorgänge Schwierigkeiten bereitet, ist daraus zu erkennen, daß allein das Rückstrahlvermögen der in Arbeitsräumen vorkommenden Gegenstände etwa in den Grenzen von 2 und 90 % schwanken kann, also im Verhältnis 1 : 45. Es ist also eine weite Reihe kleiner und großer Leuchtdichtekontraste möglich, die dem Auge im Verlauf der Arbeitszeit dargeboten werden. In den Leitsätzen der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft (DLTG), die nunmehr auch in dem großen Sammelwerk des Deutschen Normenausschusses als Deutsche Industrie-Normen erscheinen, werden auf Grund physiologischer Untersuchungen und prak-

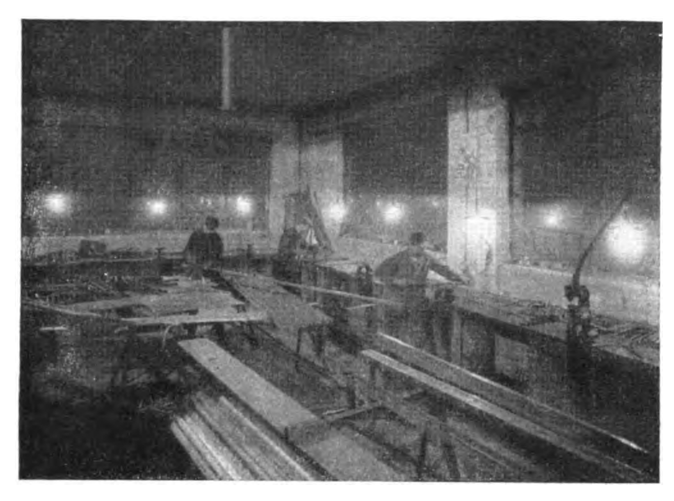


Abb. 1. Richtige Beleuchtung des Arbeitsplatzes beim Facettenschliff durch einen kleinen, dicht über der Schleiffläche angebrachten Platzreflektor. Durch den ganz flachen Lichteinfall tritt die Schleifstelle deutlich hervor.

[1]) W. Kircher u. L. Schneider, Licht 1 (1930) S. 7.

tischer Erfahrungen Angaben über die notwendigen Beleuchtungsstärken nach Art der Arbeit gemacht[2]).

Die Beleuchtung muß aber nicht nur ihrer Stärke, sondern auch ihrem Charakter nach dem Arbeitsvorgang angepaßt werden, und es ergibt sich schon hier die Frage: Allgemeinbeleuchtung oder Platzbeleuchtung? Die günstigsten Sehbedingungen sind bei reiner Allgemeinbeleuchtung vorhanden, also dann, wenn der ganze Arbeitsraum mit möglichster Gleichmäßigkeit durchleuchtet ist. Diese Erkenntnis hat dazu geführt, wo es irgend geht, reine Allgemeinbeleuchtung anzuwenden, wie z. B. im Büro, wo man heute fast nur noch an der Schreibmaschine Platzleuchten vorsieht. Denn die Arbeitsfläche liegt nicht mehr wie früher in der waagerechten, sondern auch in allen anderen Ebenen (Aktenschränke, Rechenmaschinen, schräg liegende Stenogrammblocks usw.). Platzbeleuchtung ist dagegen, wie dieser Fall der Bürobeleuchtung schon zeigt, überall dort unentbehrlich, wo entweder auf kleiner Fläche hohe Beleuchtungsstärken erforderlich sind, z. B. am Schraubstock, an der Drehbank usw., oder wo der Arbeitsplatz ungünstig zur Raumbeleuchtung liegt, so daß der Arbeitende gezwungen wäre, in seinem Schatten zu arbeiten, und schließlich für alle die Arbeiten, bei denen stark gerichtetes Licht erforderlich ist. Diese Möglichkeiten setzen uns instand, Beleuchtungsverhältnisse zu erzielen, die denen bei Tage nicht nur gleichwertig, sondern sogar überlegen sein können, da wir es hier in der Hand haben, die Stärke und die Verteilung des Lichtes dem Arbeitsvorgang während der ganzen Arbeitsdauer weitestgehend anzupassen. So ist z. B. für feinmechanische Arbeiten, für den Wollwebstuhl, für das Schleifen und Prüfen von Gläsern ein stark gerichtetes Licht eine Notwendigkeit (Abb. 1). Aus diesen Gründen wird auch schon bei Tage an besonders wichtigen Arbeitsstellen die künstliche Beleuchtung mit herangezogen. Die Platzbeleuchtung allein genügt jedoch nicht. Es muß stets zusätzlich eine genügend starke Allgemeinbeleuchtung vorhanden sein. Bei fehlender Allgemeinbeleuchtung treten nämlich zwischen dem hell beleuchteten Arbeitsplatz und dem dunklen Raum Leuchtdichteunterschiede auf, die ähnlich wie bei nackten oder ungenügend abgeschirmten Lampen Blendung und damit eine Beeinträchtigung der Sehleistung herbeiführen. Natürlich ist unser Auge dank seinem wunderbaren Aufbau so eingerichtet, daß es sich von selbst wenigstens etwas gegen solche unnatürlichen Beanspruchungen zu schützen versucht. Die Pupille zieht sich im gleichen Augenblick, wo derartige Blendungen durch zu große Leuchtdichteunterschiede auf der Netzhaut eintreten, zusammen, aber die Netzhaut, die eigentliche lichtempfindliche Schicht, wird hierbei derart beansprucht, daß sie für längere Zeit nicht genügend empfindungsfähig ist. Die Sehfähigkeit des



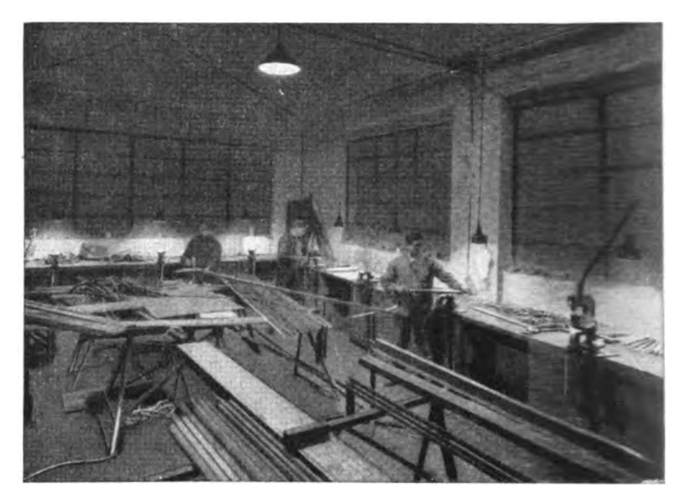


Abb. 2a. Schlechte und gute Beleuchtung einer Bauschlosserei. Abb. 2b.



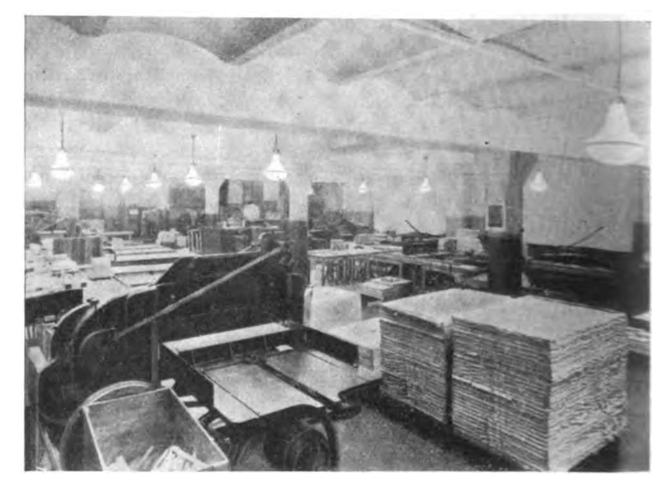


Abb. 3a. Schlechte und gute Arbeitsraumbeleuchtung. Abb. 3b.

[2]) Siehe auch S. 1166 dieses Heftes.

Auges kann auf diese Weise so stark herabgesetzt werden, daß z. B. zum Erkennen bestimmter Einzelheiten auf einem Arbeitsstück bei Vorhandensein von Blendung der zehn- und mehrfache Beleuchtungsbetrag erforderlich ist gegenüber einer blendungsfreien Beleuchtung.

Für die Allgemeinbeleuchtung von Arbeitsräumen kommen in der Hauptsache Leuchten mit direkter, halbdirekter und halbindirekter Lichtverteilung in Betracht. Der Unterschied dieser Leuchtenarten ist gegeben durch den Anteil des Lichtstromes, der unmittelbar auf die Arbeitsfläche gestrahlt wird, und denjenigen, der erst über Decke und Wände geleitet und von dort in den Raum zurückgeworfen wird. Die entstehenden Schatten sind weich oder hart, je nachdem, wie stark der großflächige Anteil des Lichtes, d. h. wie groß der Lichtstromanteil ist, der von Decke und Wänden herrührt. Die Tiefstrahlerbeleuchtung kommt hauptsächlich für solche Werkstätten in Frage, die durch die Eigenart des Betriebes bedingt verschmutzte Decken und Wände aufweisen, wie Gießereien, Schmieden usw., oder dort, wo größere Oberlichter vorhanden sind. Die Abb. 2a zeigt die schlechte Beleuchtung einer Bauschlosserei. Zur Platzbeleuchtung sind flache Blechschirme verwendet worden, aus denen die Lampen herausragen und das Auge blenden. Allgemeinbeleuchtung fehlt völlig. Dieselbe Bauschlosserei mit guter Allgemein- und richtiger zusätzlicher Arbeitsplatzbeleuchtung zeigt die Abb. 2b. Da Oberlicht vorhanden ist, dienen zur Allgemeinbeleuchtung flache Tiefstrahler, also Leuchten für direktes Licht mit einer gewissen Breitstrahlung, bei welchen die Decke aber dunkel bleibt. Eine bessere Raumwirkung und damit eine Raumstimmung, in der sich der schaffende Mensch körperlich und seelisch wohlfühlt, ist jedoch erst gewährleistet, wenn wir



Abb. 4. Werkstatt mit direkter Allgemeinbeleuchtung und schwenkbaren Platzleuchten.

Decke und Wände mit zur Beleuchtung heranziehen und somit ähnlich wie bei Tage einen lichtdurchfluteten Raum schaffen. Ein Beispiel, wie es nicht gemacht werden soll, zeigt die Abb. 3a: Ein Gewirr von falschen Leuchten, die neben Blendung und harten Schatten dem ganzen Raum einen unfreundlichen Eindruck geben und die Arbeit erschweren. Bei dem in Abb. 3b wiedergegebenen Arbeitsraum liegen die Arbeitsplätze dicht beieinander; da sie auch gelegentlich aus betrieblichen Gründen verstellt werden müssen, wird der ganze Raum durch eine rein halbindirekte Allgemeinbeleuchtung von großer Gleichmäßigkeit und Stärke beleuchtet.

Die zum Bau solcher Leuchten verwendeten Stoffe müssen selbstverständlich gut lichtdurchlässig und gut streuend sein, wie dies z. B. bei Opalüberfangglas der Fall ist. Man trifft heute noch vielfach die Auffassung an, daß in Betriebsräumen, in denen Maschinen laufen, Kräne fahren, nur Reflektoren, also Leuchten aus unzerbrechlichen Stoffen, anwendbar seien, daß dagegen Leuchten aus Trübglas nicht am Platze sind, da diese zu sehr gefährdet sind. Die immer steigende Anwendung dieser Leuchtenarten zeigt aber, daß diese Bedenken nicht begründet sind. So zeigt die Abb. 4 eine Werkstatt mit vorwiegend direkter Allgemeinbeleuchtung und schwenkbaren Platzleuchten. Abb. 5 gibt einen Maschinensaal einer Papierfabrik wieder mit vorwiegend direkten Leuchten, die wegen der Kranbahn an den Wänden angeordnet sind.

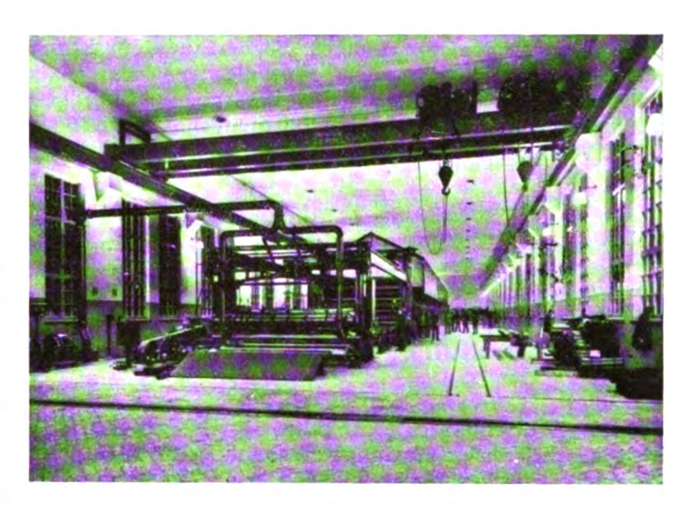


Abb. 5. Maschinensaal mit vorwiegend direkten Leuchten.

Bei manchen Arbeiten spielt auch die Farbe des Lichtes eine wichtige Rolle, so daß auf diese Sonderfrage noch eingegangen werden soll, zumal gerade über die Möglichkeit der Schaffung von künstlichem Tageslicht vielfach Unklarheit herrscht. Es gibt grundsätzlich zwei Wege, künstliches Tageslicht zu erzeugen.

Erstens die Angleichung der Glühlampenstrahlung an das Tageslicht durch Verwendung von Blaugläsern, die das Zuviel an Rot aus dem Lichtstrom der Glühlampen herausnehmen und so je nach der Stärke des verwendeten Blauglases zu einer entsprechenden Annäherung an das natürliche Tageslicht führen. Dieser Vorgang ist mit einem nicht unerheblichen Energieverlust verbunden, der bei Tageslicht-Glühlampen, das sind Lampen mit blauem Kolbenglas, rd. 45 %, bei Tageslicht-Leuchten 65 und mehr Prozent beträgt. Bei der Schaffung von künstlichem Tageslicht ist aber nicht nur, wie vielfach fälschlich angenommen wird, die Lichtfarbe allein von Bedeutung, die beim natürlichen Tageslicht zwischen der Farbe des direkten Sonnenlichtes, des blauen Himmels und der des bedeckten Himmels schwankt, also durchaus nicht gleichmäßig ist, sondern man muß in gleichem Maße die Beleuchtungsstärke und die Diffusität berücksichtigen. Die Beleuchtungsstärke muß bei Anwendung von künstlichem Tageslicht, soweit sich überhaupt allgemein gültige Angaben machen lassen, mindestens das Doppelte bis Dreifache der normalen künstlichen Beleuchtung betragen. Da das natürliche Tageslicht in der Regel durch große Fensterflächen in den Raum hineinströmt, muß auch die künstliche Tagesbeleuchtung, wenn sie einwandfrei sein soll, durch große leuchtende Flächen hervorgebracht werden. Alle diese Voraussetzungen bedingen eine Lichtquelle von hoher Wirtschaftlichkeit. Die nicht unerheblichen Verluste bei dem oben erwähnten Filterverfahren einerseits und die erforderliche hohe Beleuchtungsstärke anderseits machten es bisher unmöglich, den Raum nach den angegebenen Gesichtspunkten mit künstlichem Tageslicht zu versorgen. Man hat sich meist damit geholfen, einzelne Arbeitsplätze oder kleine abgeteilte Räume mit künstlichem Tageslicht auszurüsten.

Der zweite Weg, der zur Erzielung von künstlichem Tageslicht beschritten werden kann, ist die Verwendung von Gasentladungslampen. Derartige Lampen stehen der

Beleuchtungstechnik zur Schaffung von künstlichem Tageslicht zwar seit längerer Zeit in den Kohlesäureröhren zur Verfügung, die eine ausgezeichnete Übereinstimmung mit der spektralen Zusammensetzung des diffusen Tageslichtes ergeben und in Form eines sog. Tageslichtapparates überall dort Verwendung finden, wo feinste Farbunterschiede erkannt werden müssen. Die Beleuchtung ganzer Räume nach den oben bezeichneten Voraussetzungen ist aber auch mit diesen Lampen infolge ihrer geringen Lichtausbeute von etwa 2 bis 3 Lumen/Watt nur mit verhältnismäßig hohem Aufwand möglich, und infolgedessen, abgesehen von einigen Sonderfällen, praktisch kaum durchgeführt worden. Für die Anwendung als Allgemeinbeleuchtung kommen außerdem die für diese Anlagen erforderlichen hohen Spannungen von 1500 bis 25 000 V weiter erschwerend hinzu. Eine andere Lösung der Allgemeinbeleuchtung bestimmter Räume mit künstlichem Tageslicht, das gegenüber dem natürlichen den Vorteil der Unveränderlichkeit besitzt, scheint durch die neuen Gas- und Metalldampflampen für Netzspannung gegeben zu sein, die in den letzten Jahren durch Verwendung von Glühelektroden mit immer gesteigerter Lichtausbeute entwickelt wurden. Eine solche Lampe mit hoher Lichtausbeute stellt z. B. die Quecksilberdampf-Hochdrucklampe dar, die ein bläulich-weißes Licht gibt und in Verbindung mit Glühlampen oder anderen Gasentladungslampen für Netzspannung eine tageslichtähnliche Beleuchtung guter Wirtschaftlichkeit zu liefern imstande sein wird. In welcher Weise jedoch solche Lichtquellen zur Erzielung von tageslichtähnlicher Beleuchtung in den einzelnen Fällen zu mischen sind, ist noch Gegenstand eingehender Versuche.

---

23. Jahresversammlung der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft.

621. 32 : 061. 3

Die Deutsche Lichttechnische Gesellschaft (DLTG) hielt ihre diesjährige 23. Hauptversammlung am 12. 10. 1935 in der Technischen Hochschule Berlin ab. Im ersten Teil der Tagesordnung wurde ein Rückblick über den Verlauf und die Ergebnisse der in diesem Sommer in Deutschland abgehaltenen 9. Vollversammlung der Internationalen Beleuchtungskommission gegeben, der durch einen Bericht des Reichsvorsitzenden Prof. Dr.-Ing. R. G. Weigel und eine als Schallplattenwiedergabe übermittelte Ansprache des z. Z. auf einer Überseereise befindlichen bisherigen Präsidenten der IBK, Dr. A. Meyer, eingeleitet wurde. Die Bedeutung der in jeder Hinsicht erfolgreichen Tagung, die Deutschlands technische Leistungen würdig zur Geltung brachte, liegt vor allem auch darin, daß durch sie die deutsche Öffentlichkeit eindringlich auf die Bedeutung der gesamten Lichttechnik im Rahmen der nationalen Energiewirtschaft und Gesundheitspflege hingewiesen wurde. Über die Ergebnisse der Fachgruppenarbeit auf der IBK-Tagung[1]) wurde anschließend von Oberreg.-Rat W. Dziobek (Phys.-Techn. Reichsanstalt) und Prof. Dr.-Ing. W. Arndt (T. H. Berlin) sowie von den Herren Dr.-Ing. A. Dresler, Dr. F. Born und Obering. L. Schneider Bericht erstattet.

Das durch die IBK-Tagung geweckte Interesse soll nun durch die Winterarbeit der DLTG, über die anschließend berichtet wurde, weiter gefördert werden. Dr. W. Köhler, der Berliner Gauvorsitzende der DLTG, umriß die Ziele der großen Aufklärungswelle der DLTG, die demnächst unter dem Leitwort: „Schone dein Auge“ für ausreichende und richtige Beleuchtung werben wird. Dieser Werbefeldzug wird eingeleitet durch eine vom Amt für Schönheit der Arbeit der DAF geplante groß angelegte Aktion „Gutes Licht — gute Arbeit“, die unter Mitwirkung der Gewerbeaufsicht, der DLTG und der Arbeitsgemeinschaft zur Förderung der Elektrowirtschaft (AFE) vor sich gehen soll. Als Auftakt ist für den 22. 10. eine große Kundgebung des Amtes für Schönheit der Arbeit in der Technischen Hochschule Berlin geplant, bei der u. a. Staatskommissar Dr. Lippert sprechen wird. Ein vom Amt „Schönheit der Arbeit“ gemeinsam mit der DLTG herausgegebener Leitfaden ist dazu bestimmt, den beteiligten Kreisen Richtlinien für gute Beleuchtung zu geben. Gemeinsam mit dem NSBDT und den Verbänden des RTA, d. h. vor allem mit dem VDE und VDI, wird die Deutsche Lichttechnische Gesellschaft die Aktion der DAF weiter fortsetzen. In allen größeren Städten des Reichs sind bisher bereits etwa 40 Veranstaltungen, großenteils auch für den VDE, geplant, zu denen ausnahmslos die Vortragenden von der DLTG gestellt werden. Hierzu kommen noch die Veranstaltungen in den verschiedenen Gauen der DLTG. Die Mitarbeit der AFE[2]) verfolgt das Ziel, über die Elektrogemeinschaften die in diesen zusammengeschlossenen Interessentengruppen zu erfassen.

Dipl.-Ing. H. Steinwarz vom Amt „Schönheit der Arbeit“ der DAF behandelte anschließend „Das Licht im Aufgabenbereich des Amtes „Schönheit der Arbeit“. Die neue Staatsidee des nationalsozialistischen Deutschlands stellt den schaffenden Menschen in den Mittelpunkt des Betriebes, mit dem Ziel, ihm nicht nur höhere Löhne, sondern auch ein höheres Lebensniveau zu ermöglichen und ihm in erster Linie die Fortschritte der Technik zugute kommen zu lassen. Im Rahmen der Verbesserung der Betriebshygiene ist die Forderung nach gutem Licht am Arbeitsplatz ein außerordentlich wichtiger Faktor, da richtige und reichliche Beleuchtung nicht nur Leistungssteigerung bedeutet, sondern auch mithilft, den Arbeitsraum schön zu gestalten, in dem der berufstätige Mensch einen großen Teil seiner gesamten Lebenszeit verbringt.

Im geschäftlichen Teil der Tagung wurde vom Reichsvorsitzenden ein Bericht über die Vortragstätigkeit der Gesellschaft und die Arbeit in den einzelnen Fachgruppen gegeben. Die Leitsätze der DLTG für die Beleuchtung mit künstlichem Licht werden jetzt als Normblatt der Deutschen Industrie (DIN 5035) herausgegeben[3]). Sie erhalten damit den Charakter von Vorschriften für ausreichende und zweckentsprechende Beleuchtung. Der bisherige Reichsvorsitzende, Prof. Dr.-Ing. Weigel, wurde wiedergewählt. Als Abschluß der Veranstaltung wurde den Teilnehmern ein während der Tagung der Internationalen Beleuchtungskommission aufgenommener Film vorgeführt.

H. G. Frühling

[1]) Vgl. H. G. Frühling, ETZ 56 1935) H. 40, S. 1088.

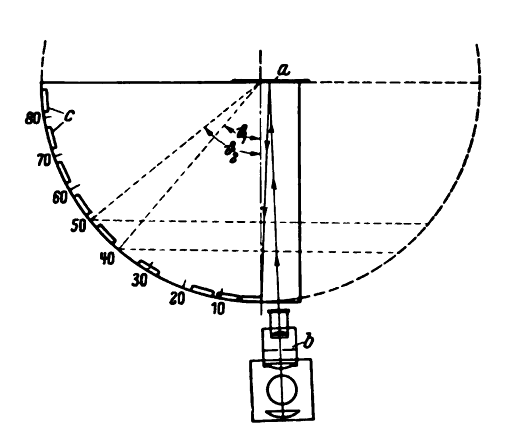
[2]) Vgl. ETZ 56 (1935) H. 1, S. 16.

[3]) Vgl. S. 1177 dieses Heftes.

RUNDSCHAU.

Meßgeräte für die Lichttechnik.

621. 383. 08 : 535. 3 **Zwei neue objektive photometrische Meßgeräte** — 1. Das Reflektometer. Bei den bekannten Geräten zur objektiven Messung des Reflexionsvermögens ist eine Sperrschichtzelle in einem halbkugelförmigen Hohlraum angebracht. In einem seitlichen Ansatzrohr befindet sich eine Lichtquelle. Zur Messung wird das Gerät auf den zu untersuchenden Gegenstand gestellt. Das reflektierte Licht fällt auf die Photozelle, deren Strom an einem geeigneten Amperemeter abgelesen wird. Hierbei wird nur das in einem bestimmten Winkelbereich reflektierte Licht gemessen. In vielen Fällen (besonders wenn der Anteil des spiegelnd reflektierten Lichtes nicht zu vernachlässigen ist) ist es aber erforderlich, die Indikatrix des untersuchten Stoffes zu berücksichtigen. Das ist bei dem in Abb. 1 gezeigten Gerät möglich. Der zu untersuchende Gegenstand wird von vorn durch eine in einem kleinen Kästchen untergebrachte Lichtquelle beleuchtet. Gegenüber dem Prüfgegenstand sind auf einem Viertelkreis mehrere Sperrschichtzellen angebracht. Um aus dem Strom einer Photozelle den gesamten in dem Winkelbereich reflektierten Lichtstrom zu erhalten, muß der Stromwert außer mit einer Konstanten C mit einem Zonenfaktor Z multipliziert werden, der durch die Größe der Halbkugelfläche zwischen den Winkeln ϑ_1 und ϑ_2 gegeben ist. $Z = 2\pi R\,(\cos\vartheta_1 - \cos\vartheta_2)$. Hierbei ist R der Kugelradius. Vor den einzelnen Zellen sind Blenden angebracht, deren Größe den Zonenfaktoren entspricht. Durch die Stromstärke jeder Zelle ist somit der gesamte in den dazugehörigen Winkelbereich reflektierte Lichtstrom bis auf einen konstanten Faktor bestimmt. Bei dem beschriebenen Gerät sind alle Zellen parallel geschaltet. Der Gesamtstrom ist dann proportional dem gesamten rückgestrahlten Lichtstrom. Das Reflexionsvermögen kann direkt auf der in Prozent geeichten Skala des Strommessers abgelesen werden.



a Versuchsgegenstand *b* Lichtquelle *c* Photozellen

Abb. 1. Schematische Anordnung des Reflektometers.

2. Objektives Gerät zur Messung des Lichtstromes von Geleuchten. Das Gerät beruht auf dem gleichen Prinzip wie das oben beschriebene Reflektometer. In einem Halbkreis um die zu messende Leuchte sind mehrere mit entsprechenden Blenden versehene Photozellen angeordnet. Die Zellen sind parallel geschaltet, der Gesamtstrom ist dem Lichtstrom des Geleuchtes proportional. (Die Genauigkeit der beschriebenen Instrumente dürfte für viele Zwecke nicht ausreichend sein, denn bei den von den Verfassern durchgeführten Messungen wurden Abweichungen bis zu 4,5 % gefunden. D. Ber.) [C. L. Dows u. G. R. Baumgartner, Trans. Illum. Engng. Soc. 30 (1935) S. 476.] *M. W.*

Lichttechnik.

621. 32 : 621. 313. 1. 018. 6 **Ein Verfahren zur Beseitigung des Lichtflimmerns.** — Bei kleinen und mittleren Lichtanlagen bis zu einigen hundert kW mit Antrieb durch Kolbenmaschinen tritt häufig Lichtflimmern auf, dessen Frequenz sich in dem für das Auge leicht wahrnehmbaren Bereich von etwa 4 bis 15 Hz befindet. Dieses Lichtflimmern ist häufig durch einen unzureichenden Gleichförmigkeitsgrad der Antriebsmaschine bedingt. Für wirklich ruhiges Licht ist ein Gleichförmigkeitsgrad $\frac{\text{größte Drehzahlschwankung}}{\text{mittlere Drehzahl}}$ von mindestens $^1/_{500}$ erforderlich. Die zur Erreichung dieses Ungleichförmigkeitsgrades erforderlichen Schwungräder sind bei Maschinen mit niedriger Zylinderzahl sehr kostspielig und oft auch technisch unausführbar. Die Wahl einer Antriebsmaschine mit größerer Zylinderzahl, wodurch die Flimmerfrequenz in den Unempfindlichkeitsbereich des Auges verschoben werden kann, bringt eine erhebliche Verteuerung der Stromerzeugungsanlage mit sich. Die Beseitigung des störenden Lichtflimmerns ist verhältnismäßig schwierig, da in dem oben angegebenen Empfindlichkeitsbereich des menschlichen Augens schon Spannungsschwankungen von etwa ± 0,25 % wahrgenommen werden können. Ein neues, patentiertes[1]) Verfahren beseitigt bzw. mildert das Lichtflimmern derart, daß im Stromerzeuger durch eine in der Flimmerfreqenz schwankende Erregung eine zusätzliche Spannungsschwankung von derselben Amplitude wie die Störschwankung, aber entgegengesetzt gerichtet, erzeugt wird. Bei genügend großer Annäherung der Zusatzspannungsschwankung an die Form, Frequenz und Größe der Störschwankungen kann die Brennspannung geglättet und damit das Flimmern beseitigt werden. Das Verfahren, dessen Anwendung durch die erhebliche Selbstinduktion der Magnetstromkreise gewisse Grenzen gesetzt sind, ist bei Stromerzeugern bis 100 kW praktisch erprobt worden, und es konnte damit in allen Fällen das störende Lichtflimmern beseitigt werden. [G. Nidetzky, Elektrotechn. u. Maschinenb. 53 (1935) S. 365.] *Mzr.*

628. 93 **Leitsätze für die Beleuchtung mit künstlichem Licht.** — Die Deutsche Lichttechnische Gesellschaft (DLTG) wird die Leitsätze DIN 5035 demnächst gemeinsam mit dem Deutschen Normenausschuß herausgeben[2]). Die Leitsätze sind in drei Hauptabschnitte eingeteilt: I. Beleuchtungsgüte, II. Wirtschaftlichkeit, Anlage, Betrieb und Instandhaltung der Beleuchtungseinrichtungen. Der Abschnitt III behandelt die Zeitdauer der Beleuchtung an Arbeitsstellen und bei Verkehrsanlagen. Unter dem ersten Abschnitt wird eine Zahlentafel gebracht, in der die notwendigen Beleuchtungsstärken an Arbeitsstätten angegeben werden, und zwar Mindestwerte und empfohlene Werte[3]). Dieselben Angaben findet man in zwei weiteren Zahlentafeln für Aufenthalts- und Wohnräume und für Verkehrsanlagen, wie Straßen und Plätze, Bahnanlagen usw. Man findet ferner Angaben über die Beleuchtung mit gerichtetem Lichtstrom (Schatten), ferner über die örtliche und zeitliche Gleichmäßigkeit der Beleuchtung. Weiter wird das Problem der Blendung behandelt und Angaben über Leuchtdichten der Lichtquellen gemacht. In besonderen „Erläuterungen" wird auf die einzelnen Punkte der Leitsätze eingegangen und damit die Anwendung der Leitsätze erleichtert.

Verkehr und Beleuchtung.

621. 32 : 628. 971 **Neuzeitliche Straßenbeleuchtung.** — Die zunehmende Motorisierung des Verkehrs bringt es mit sich, daß man die Straßenbeleuchtung nicht mehr nur vom Standpunkt des Fußgängers aus betrachten kann, sondern sie mehr mit dem Auge des Kraftfahrers sehen muß. Die Anforderungen, die da zu stellen sind, sind wesentlich

[1]) Österreichisches Patent Nr. 138 695.

[2]) Erscheint voraussichtlich Ende d. J.; dann zu beziehen durch den Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin SW 19

[3]) Siehe auch S. 1166 dieses Heftes.



höher: es soll einmal eine möglichst hohe Geschwindigkeit der Fahrzeuge ermöglicht werden, und zweitens sollen die durch die Schnelligkeit bedingten Gefahren verringert werden. Dem Kraftfahrer ist also ein Straßenbild zu schaffen, das ihm beste und schnellste Wahrnehmungsmöglichkeiten gestattet.

Dieses Straßenbild wird vom Auge aufgefangen und die aufgenommene Strahlungsenergie von den Sehorganen umgeformt an das Gehirn weitergeleitet. Demnach sind maßgebend für die Gestaltung des Straßenbildes die physiologischen Eigenschaften des Auges als des Sehinstruments und die Fähigkeiten des Gehirns zum Erkennen. Also ist die Möglichkeit einwandfreien und schnellen Erkennens der Maßstab für die Güte eines Straßenbildes.

Die wichtigsten Forderungen, die der Schnellverkehr an eine künstlich beleuchtete Straße stellt, sind 1. gute Kontraste, 2. scharfe Umrisse und 3. Blendungsfreiheit.

Kontraste treten auf als Folge verschieden starker Beleuchtungsstärke oder verschiedener Reflexionsfähigkeit zweier Flächen. Die Reflexionsfähigkeit der Straßendecken ist sehr verschieden, meist aber wesentlich höher als die der auf der Straße befindlichen Gegenstände. Unter Ausnutzung dieser Verhältnisse muß die Oberflächenhelligkeit der Straße so weit wie möglich gesteigert werden, damit die Gegenstände sich um so dunkler davon abheben können. Im Lichte von Natriumdampflampen treten die Kontraste viel stärker in Erscheinung als bei weißem Licht. Eine vielleicht mögliche Erklärung wäre diese: Die auf unser Auge fallende Strahlungsenergie wird durch zwei Arten unserer Sehorgane an das Gehirn weitergegeben. Die Zapfen dienen zur Bewältigung großer Strahlungsmengen, die Stäbchen sind hochempfindlich und können nur kleine Mengen verarbeiten. Wir sehen also bei Tage mit den Zapfen, die farbempfindlich sind, und in der Dämmerung mit den Stäbchen, die keine Farbunterscheidung zulassen. Die Empfindlichkeit für die verschiedenen Wellenlängen der Strahlung ist nun bei den Zapfen eine andere wie bei den Stäbchen. Im Übergangsgebiet vom Zapfensehen zum Stäbchensehen verschiebt sich die Augenempfindlichkeitskurve in das Gebiet der kürzeren Wellenlängen. Das Licht der Natriumdampflampe hat eine Wellenlänge von 589 mμ. Beim Zapfensehen beträgt nun die Empfindlichkeit des Auges für diese Linie rd. 75 %, beim Stäbchensehen dagegen geht die Augenempfindlichkeit auf unter 10 % zurück. Diese Verschiebung der Augenempfindlichkeit hat nun zur Folge, daß man beim Zapfensehen sehr gute subjektive Helligkeiten hat, beim Stäbchensehen dagegen verhältnismäßig schlechte. Wenn nun, wie es bei der Straßenbeleuchtung der Fall ist, die Helligkeiten gerade im Grenzgebiet zwischen den beiden Sehfunktionen liegen, so erscheinen die Flächen, die die Zapfen im Auge anregen, verhältnismäßig sehr hell, die Flächen aber, die nur die Stäbchen anregen, sehr viel dunkler. Es wird damit der Kontrast, den wir erzielen wollen, durch die Eigenschaften unseres Auges und die Eigentümlichkeit der Natriumdampflampe, daß sie ihre Strahlungsenergie nur in einer Wellenlänge aussendet, auf das wirkungsvollste unterstützt.

Als zweite Forderung waren scharfe Umrisse verlangt. Auch diese Forderung ergibt sich aus den Eigenschaften unseres Auges und unseres Gehirns. An einem Punkt der Netzhaut befindet sich eine außerordentliche Zusammenballung der Zapfen und wir sehen praktisch bei Tage, wenn wir einen bestimmten Punkt betrachten, nur mit diesem Punkt der Netzhaut. Beim Betrachten eines Bildes tastet das Auge zuerst die Umrisse der Gegenstände ab und gibt diese Eindrücke an das Gehirn weiter. Das Gehirn sucht in der Sammlung der Erfahrungen sofort nach und stellt fest, welche Erfahrungen über ähnliche Umrisse vorliegen. Je schärfer und eindeutiger nun die Umrisse sind, desto schneller erfolgt dieser ganze Umsetzungsvorgang. Die Schärfe der Umrisse wird bei künstlicher Beleuchtung mit Lichtquellen, die ein kontinuierliches Spektrum haben, durch die chromatische Aberration im Auge sehr stark beeinträchtigt. Eine Lichtquelle dagegen, deren Strahlung nur in einer Wellenlinie erfolgt oder in wenigen, aber nahe beieinanderliegenden, muß natürlich viel schärfere Umrisse ergeben, weil dann die chromatische Aberration wegfällt. Die Wahrnehmungsschnelligkeit, die bei der Geschwindigkeit des neuzeitlichen Verkehrs von allergrößter Wichtigkeit ist, ist daher bedeutend höher als bei Verwendung von Temperaturstrahlern.

Die Schnelligkeit des Verkehrs und vor allem auch seine Sicherheit werden durch die gegenseitige Blendung der Fahrzeuge stark beeinträchtigt. Wirtschaftlich drückt sich dies darin aus, daß das in Kraftwagen, Verkehrsanlagen und vor allem in die Straßen investierte Kapital nicht voll ausgenutzt werden kann. Daher die Forderung einer ortsfesten Straßenbeleuchtung überhaupt und insbesondere die der Vermeidung jeglicher Blendung. Wichtig ist auch, aus welcher Richtung diese Blendung kommt. Befindet sich die Lichtquelle oberhalb eines Winkels von 15° gegen die Waagerechte, so ist die Blendung von geringer Bedeutung. Viel unangenehmer ist eine Blendung aus der Blickrichtung und noch ungünstiger eine solche von unten. Diese Blendung von unten tritt praktisch meist auf durch Spiegelreflexe auf der blanken oder nassen Straßenfläche. Die Blendung ist um so stärker, je höher die Oberflächenhelligkeit der Lichtquelle ist. Eine 300 W-Glühlampe hat eine Oberflächenhelligkeit von rd. 1000, eine Quecksilberdampflampe eine solche von 100 bis 200 und eine Natriumdampflampe eine solche von 10 bis 15 Kerzen/cm². Die Blendungsmöglichkeit wird also durch Verwendung von Metalldampflampen stark herabgesetzt.

Die Metalldampflampen kommen also den eingangs aufgestellten drei Forderungen weitgehend nach. Zu erwähnen ist noch, daß sie auch wirtschaftliche und betriebstechnische Vorteile aufweisen. Natriumdampflampen in größeren Einheiten geben bei gleicher Leistungsaufnahme wie bei Glühlampen den fast vierfachen Lichtstrom. Betriebstechnisch kommt hinzu, daß die lange Lebensdauer die Auswechslungskosten wesentlich herabsetzt. Der Betriebstechniker wird ferner begrüßen, daß die Lebensdauer praktisch unabhängig ist von Spannungsschwankungen und daß z. B. bei der Natriumdampflampe auch der Lichtstrom nur wenig von Spannungsabweichungen beeinflußt wird.

Diese wirtschaftlichen Eigenschaften werden den Metalldampflampen nicht nur das Gebiet der Straßenbeleuchtung erobern, sondern ihnen auch Eingang verschaffen in die Außenbeleuchtung von industriellen Betrieben aller Art sowie in die Innenbeleuchtung großer Hallen, in denen Farbunterscheidung nicht notwendig ist und in denen eine gute Allgemeinbeleuchtung bisher nur unter sehr hohen Stromkosten zu erzielen war. [Aus einem Vortrag von A. Droege, gehalten vor dem VDE, Gau Ostpreußen, am 7. 10. 1935.] *Sb.*

621. 32 : 628. 96 : 625. 23 **Die Beleuchtung der neuen Stromlinienwagen der nordamerikanischen Bahnen.** — Die neuen nordamerikanischen Stromlinienzüge und die in letzter Zeit gebauten elektrischen Triebwagen für den Schnellverkehr haben selbsttätige Belüftungs-

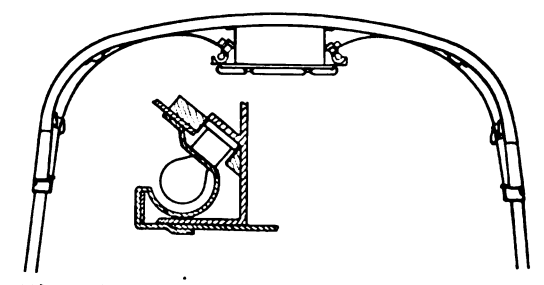


Abb. 2. Anordnung der Lampen an der Decke eines indirekt beleuchteten Stromlinienwagens.

einrichtungen, die den Aufenthalt im Wagen angenehmer machen. Auch die Beleuchtung wurde weitgehend verbessert. Bisher wurde sowohl für die Fernzüge als auch für die Schnelltriebwagen des Nahverkehrs die direkte Beleuchtung angewendet. Bei der Planung der Beleuchtungsanlage für die neuen Wagen wurde zunächst eine halbindirekte Beleuchtung in Erwägung gezogen. Es konnte jedoch kein Werkstoff gefunden werden, der bei günstigen lichttechnischen Eigenschaften eine genügende Widerstandsfähigkeit gegen Bruch und Hitze besaß. Man entschloß sich daher, trotz der Tatsache, daß die indirekte Beleuchtung weniger wirtschaftlich ist und häufigere Reinigung erfordert, zur Einführung der indirekten Beleuchtung. Die Lampen sind hierbei so wie es Abb. 2 zeigt oder in ähnlicher Weise an der Wagendecke angebracht. Die Beleuchtung der Wagen ist sehr gleichmäßig und für das Auge außerordentlich angenehm. Die erforderliche

Leistungsaufnahme (Watt je m² beleuchteter Fläche) ist nur doppelt so groß wie bei direkter Beleuchtung. Es wird noch darauf hingewiesen, daß man wegen des Fehlens der Blendung bei der indirekten Beleuchtung die gleichen Sehbedingungen bei geringeren Beleuchtungsstärken erhält als bei der direkten. Weitere Versuche mit halbindirekter und mit Einzelplatzbeleuchtung werden empfohlen. [R. W. Cost, Trans. Illum. Engng. Soc. 30 (1935) S. 331.] *M. W.*

621. 32 : 656. 1. 08 **Straßenbeleuchtung und Autounfälle.** — Der Einfluß, den die Straßenbeleuchtung auf die Häufigkeit von Autounfällen hat, ist aus der Abb. 3 ersichtlich. Kurve *F* stellt die prozentische Verteilung des Autoverkehrs auf die verschiedenen Tages-

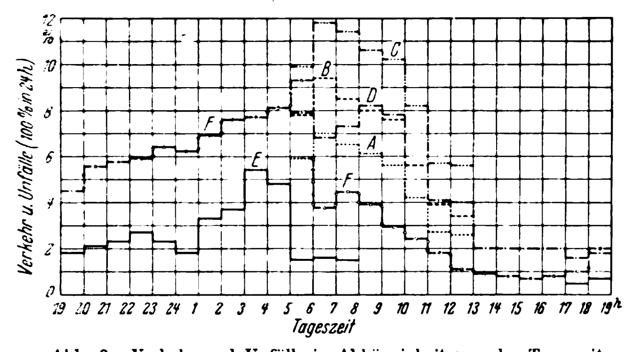


Abb. 3. Verkehr und Unfälle in Abhängigkeit von der Tageszeit.

bzw. Nachtstunden dar (Gesamtverkehr des Tages = 100 %) gesetzt). Linie *E* gibt die Verteilung der Unfälle auf die Tagesstunden (Hellzeiten) an, während die Unfälle bei Nacht durch die Kurve *D* dargestellt werden. Man erkennt, daß bei Tag die prozentische Unfallziffer unter der prozentischen Verkehrsziffer liegt; bei Nacht dagegen ist die prozentische Unfallziffer über die prozentische Verkehrsziffer gestiegen. Während der Zeiten von 5 bis 8 h nachmittags und 5 bis 7 h morgens sind sowohl Kurve *E* als auch Kurve *D* eingezeichnet, da durch den Wechsel der Jahreszeiten die angegebenen Zeiten sowohl zu den Tagesstunden als auch zu den Nachtstunden gehören können. Während die Kurve *D* einen Durchschnittswert von mehreren Städten darstellt, zeigen die Kurven *A*, *B* und *C* die Unfallziffern bei verschieden hohen Beleuchtungsstärken, und zwar sind die von den lichttechnischen Gesellschaften empfohlenen minimalen Beleuchtungsstärken für Straßen mit starkem (Kurve *A*), mittlerem und schwachem Verkehr (Kurve *B* und *C*) zugrundegelegt worden. Man erkennt, daß mit abnehmender Beleuchtungsstärke die Zahl der Unfälle erheblich zunimmt. [Electr. Engng. 54 (1935) S. 969.] *olf.*

621. 398 : 628. 971. 6 **Zentrale Steuerung der Straßenbeleuchtung.** — Die hierbei entwickelte, von manchem Betriebsleiter der öffentlichen Beleuchtung sicher freudig begrüßte Möglichkeit, bisher mit Zeitschaltern betätigte, einzelne dezentral gespeiste Schaltbezirke unter Aufwendung verhältnismäßig geringer Mittel zentral zu steuern, hat auch besondere Bedeutung für den Luftschutz. Die aufzuwendenden Kosten richten sich nach der gegenseitigen Entfernung der einzelnen Bezirke, da eine Verbindung der getrennt vom übrigen Netz verlegten Straßenbeleuchtungskabel durch normale Kabel erfolgen muß (s. Abb. 4) und zwar derart, daß ein Ring entsteht, wie es die Abbildung zeigt. *ABC* usw. sind einzeln von besonderen Transformatoren gespeiste Schaltbezirke der Straßenbeleuchtung, betätigt von einem Zeitschalter. Außer Herstellung der genannten Verbindungen ist folgendes erforderlich: Auswechselung der Zeitschalter gegen 2 Schütze je Schalthaus (Netzanschluß), Bestimmung einer Kommandostelle (z. B. *A*) und hier Einbau eines Hauptschalters, der von Hand sowohl als auch durch Zeitschalter oder selbsttätig betätigt werden kann. Weitere noch genannte Apparate sind bei *A* erforderlich. Wirkungsweise: In *A* wird der Hauptschalter eingeschaltet. Ein Schütz gibt von *A* Spannung in die Stromkreise und damit über das Verbindungsstück zur Spule eines Schütz in *B*. Dieses spricht an und gibt Spannung durch einen Stromkreis von *B* nach *C* und so fort, bis *E* Spannung nach *A* gibt. In *A* spricht jetzt ein Blockierungsrelais an, das ein zugleich mit dem zuerst betätigten Schütz eingeschaltetes Verzögerungsrelais wieder abschaltet. Würde die Spannung von *E* nicht eintreffen, weil etwa ein Transformator spannungslos wurde oder ein Kurzschluß eintrat, der den betreffenden Schaltbezirk heraustrennte (durch Ansprechen der Sicherungen), dann könnte das Blockierungsrelais nicht ansprechen. Es würde dann aber das Verzögerungsrelais in Tätigkeit treten und ein zweites Schütz in *A* einschalten, das Spannung an das

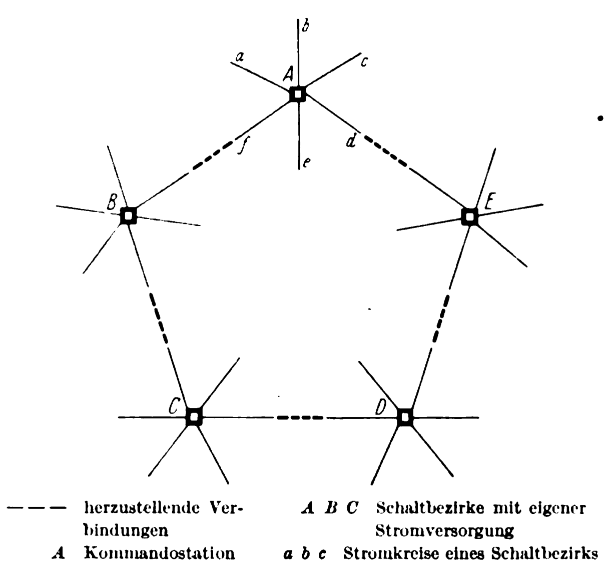


Abb. 4. Ein- und Ausschaltung der Straßenbeleuchtung verschiedener Bezirke.

zweite Schütz in *E* gibt. Dieses würde Spannung an das Schütz in *D* geben und so fort. Eine Einschaltung aller Schaltbezirke erfolgt auch dann, wenn ein Schaltbezirk einer Störung wegen ausfällt. Besonders angeordnete Verriegelungskontakte vermeiden eine Parallelschaltung. Die Einrichtung arbeitet so, daß auch nach Einschaltung der Anlagen im Falle eines Kurzschlusses nur der gestörte Schaltbezirk ausfällt. Zur Überwachung der ganzen Anlage ist ein Störungsregistriergerät vorgesehen, das sofort anspricht, wenn die Durchschaltung nicht normal erfolgt. Vielleicht werden die Entfernungen zwischen den einzelnen Schaltbezirken häufig doch beträchtlich sein, auch könnte es sein, daß der Einbau der Geräte in die vorhandenen Schalthäuser Schwierigkeiten bereitet. Die dadurch erforderlichen Anforderungen werden sich jedoch durch den erreichten Vorteil bezahlt machen. [Th. Zambetti, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) 5. S. 409.]
Tpn.

Licht in der Werkstatt.

621. 32 : 677 **Beleuchtung in der Textilindustrie.** — Besuche bei verschiedenen Spinnereien und Webereien in Lancashire hatten gezeigt, daß die Beleuchtung in keinem Fall lichttechnisch einigermaßen einwandfrei war. Häufig wurden Pendel mit unabgedeckten klaren Lampen vorgefunden. Bei einer derartigen Beleuchtungsvorrichtung wird das Licht sehr schlecht ausgenutzt, da es nur z. T. an die Stellen gelangt, wo es gebraucht wird. Außerdem werden die Sehverhältnisse durch die von den klaren Lampen hervorgerufene Blendung bedeutend verschlechtert. Es wurden Versuche zur Verbesserung der Beleuchtung an vier Webstühlen durchgeführt. An Stelle der ursprünglich vorhandenen zwei Pendel mit je einer 40 W-Lampe wurde eine Allgemeinbeleuchtung unter Verwendung handelsüblicher Rückstrahler vorgenommen. Es bestand hierbei die Möglichkeit, verschiedene Beleuchtungsstärkewerte am Arbeitsplatz zu erhalten. Außerdem wurde versucht, den Arbeitsplatz durch stark gerichtetes Licht verschiedener Lichtstärke zu beleuchten. Bei Verwendung von 500 W je Webstuhl ergab sich bei beiden Beleuchtungsarten, daß die Maschinen sehr viel häufiger angehalten wurden, um eine Verknotung gerissener Fäden oder ein Auswechseln der Spulen vorzunehmen. Das vermehrte Anhalten ist auf die bessere Erkennbarkeit von Fehlern zurückzuführen. Die Dauer jedes Anhaltens der Maschine war jedoch weit geringer als bei der ursprüng-



lichen schlechten Beleuchtung. Insgesamt ergab sich bei verbesserter Güte des Gewebes eine Vermehrung der Erzeugung um 25 % bei der Allgemeinbeleuchtung und um 32,5 % bei der gerichteten Beleuchtung. Der durch die Leistungssteigerung erreichte Gewinn übertrifft bei weitem die für die bessere Beleuchtung gemachten Mehraufwendungen. Unberücksichtigt geblieben ist dabei noch, daß sich durch die bessere Güte des Erzeugnisses ein höherer Verkaufspreis erzielen läßt.

(Man sollte die Verbesserung der Arbeitsplatzbeleuchtung aber nicht nur unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit betrachten. Die Schonung der Augen durch gute Beleuchtung ist so wichtig, daß in jedem Fall für eine gute Arbeitsplatzbeleuchtung gesorgt werden müßte. Bei der Durchsicht der Arbeit fällt noch auf, daß dem Verfasser die Untersuchungen von Goldstern und Putnoky[1]), die die gleichen Ergebnisse gezeigt haben, unbekannt zu sein scheinen, obwohl zwei Abbildungen der vorliegenden Arbeit mit Abbildungen aus den Arbeiten von G. und P. völlig übereinstimmen. D. Ber.) [J. W. Howell, Electr. Rev. 65 (1935) S. 445.] *ff.*

Lichtwirtschaft.

621. 326. 003. 1 **Zur Frage der wirtschaftlichen Beleuchtung.** — Die Wirtschaftlichkeit einer Beleuchtungsanlage ist dadurch gegeben, wieviel Watt je Lux und Quadratmeter beleuchteter Fläche aufgewendet werden müssen. Sie ist abhängig von der Lichtausbeute der verwendeten Glühlampen und von dem Wirkungsgrad, mit dem der erzeugte Lichtstrom ausgenutzt wird. Bei Verwendung von Glühlampen hoher Wattzahl erhält man hohe Lichtausbeuten. Um den erzeugten Lichtstrom möglichst gut ausnutzen zu können, ist insbesondere die Verwendung guter Leuchten sehr wichtig. Bei Leuchten ähnlicher Verteilungskurven ergeben sich Unterschiede im Wirkungsgrad bis zu 20 und gelegentlich auch bis zu 40 %. Die schlechteren Leuchten sind zwar in der Anschaffung billiger, im Betrieb jedoch häufig teuerer. Durch Rechnung ergibt sich, daß es wirtschaftlicher ist, die teuere Leuchte (Preis D_2 RM) mit dem höheren Wirkungsgrad η_2 zu wählen, solange

$$D_2 < D_1 \frac{\eta_2}{\eta_1} + \frac{A\,t}{H}\left(\frac{\eta_2}{\eta_1} - 1\right) + \frac{100\,P\,B\,t}{a}\left(\frac{\eta_2}{\eta_1} - 1\right). \quad (1)$$

Hierin bedeutet P die Leistungsaufnahme, A den Preis und H die mittlere Lebensdauer der in der Leuchte verwendeten Glühlampe, t die Betriebsstunden im Jahr und B den Strompreis. a ist der Amortisierungsfaktor für die Leuchte.

Durch Formel (1) ist der obere Grenzpreis der teureren Leuchten mit dem höheren Wirkungsgrad gegeben. In vielen Fällen stellt es sich heraus, daß die teuersten Leuchten mit dem größten Wirkungsgrad im Betrieb die billigsten sind. Der Vorteil der teureren Leuchte kann dabei sowohl dadurch zum Ausdruck kommen, daß bei gleicher Beleuchtungsstärke die Stromkosten durch Verwendung kleinerer Glühlampen oder Verminderung der Zahl der Leuchten bei gleicher Beleuchtungsstärke verringert werden können, oder dadurch, daß bei Verwendung der gleichen Lampentype und der gleichen Anzahl von Leuchten die erzielten Beleuchtungsstärken höher sind.

Im Laufe der Zeit wird der Wirkungsgrad einer Leuchte durch Verschmutzung und Verstaubung schlechter. Es fragt sich, ob bzw. in welchen Zeiten eine Reinigung stattfinden sollte. Da die Verstaubung keine unmittelbaren Kosten verursacht, sondern nur die Beleuchtungsstärke herabsetzt, könnte man zunächst annehmen, daß eine Reinigung überhaupt nicht wirtschaftlich ist. Dies ist jedoch nicht zutreffend. Wird die Reinigung einer Beleuchtungsanlage unterlassen, so wird der zeitliche Mittelwert der Beleuchtungsstärke geringer, sinkt z. B. von E_1 auf E_2. Diese kleinere Beleuchtungsstärke E_2 könnte man aber u. U. durch Herabsetzen der eingebauten Leistung und regelmäßige Reinigung billiger erzielen. (Hält man anderseits an der eingebauten Leistung fest, so verursacht die Verminderung der Beleuchtungsstärke insofern Kosten, als bei kleineren Beleuchtungsstärken die Arbeitsleistung abnimmt. D. Ber.) Unter der Annahme, daß eine einmalige Reinigung G RM kostet und daß $\xi \cdot t$ Betriebsstunden während der Zeit t vorhanden sind, ergibt sich, daß die Reinigung vorgenommen werden sollte:

1. bei direkter Beleuchtung nach

$$t = \frac{3500}{\sqrt{\frac{520 \sum (P)\,B\,\xi}{G}} - 1} \text{ Stunden,}$$

2. bei halbindirekter Beleuchtung

$$t = \frac{2400}{\sqrt{\frac{960 \sum (P)\,B\,\xi}{G}} - 1} \text{ Stunden und}$$

3. bei indirekter Beleuchtung nach

$$t = \frac{2965}{\sqrt{\frac{1600 \sum (P)\,B\,\xi}{G}} - 1} \text{ Stunden.}$$

Diese Werte sind errechnet unter Zugrundelegung eines mittleren Verstaubungsvorganges, wie er bei vorhandenen Anlagen gefunden wurde. Wird der Nenner in dem obigen Ausdruck gleich Null, so wird t gleich ∞, d. h. eine Reinigung der Anlage lohnt sich nicht. Dieser Fall kann z. B. bei Flurleuchten eintreten, die nur selten in Betrieb sind, bei denen also ξ sehr klein ist. Praktisch wird man derartige Leuchten beim Austausch der Glühlampen reinigen.

Schließlich wird noch die Frage untersucht, ob es richtig ist, Glühlampen zu verwenden, deren Stempelspannung mit der Betriebsspannung übereinstimmt. Es ist bekannt, daß beim Brennen einer Glühlampe und Überspannung die Lichtausbeute der Lampen stark zunimmt, während die Lebensdauer sich verringert. Das bedeutet, daß bei einem bestimmten geforderten Lichtstrom die Stromkosten vermindert werden, während die Lampenersatzkosten steigen. Beim Brennen der Lampen mit Unterspannung verlängert sich die Lebensdauer und die Wirtschaftlichkeit nimmt ab, d. h. die Lampenersatzkosten werden kleiner, aber die Stromkosten steigen an. Bei starker Unterspannung wird der Betrieb einer Glühlampe infolge der hohen Stromkosten, bei starker Überspannung dagegen infolge der hohen Lampenersatzkosten unwirtschaftlich. Es gibt daher eine „günstigste Spannung", an der die Lampe gebrannt werden sollte. Sie ist vom Lampenpreis, vom Strompreis und von den Kosten, die durch das Auswechseln entstehen, abhängig. Der Einfluß dieser Faktoren wird untersucht. Dabei ergibt sich die günstigste relative Betriebsspannung zu

$$U \approx \sqrt[12]{K\,\frac{B\,P_n\,H_n}{4{,}2\,A}}.$$

Hierin bedeutet H_n die mittlere Lebensdauer der Lampen bei Nennspannung, P_n die Leistungsaufnahme bei Nennspannung, A den Preis der Lampe (einschl. der bei der Auswechslung entstehenden Kosten) und B den Strompreis. K ist ein Faktor, der die Verkürzung der Lebensdauer bei einer ständigen Schwankung der Betriebsspannung von $\pm p$ % angibt. Rechnet man nach der angegebenen Formel die günstigste relative Betriebsspannung aus, so findet man, daß häufig die Stempelspannung der Glühlampen unter der tatsächlich vorhandenen Betriebsspannung liegen müßte, d. h. die mittlere Soll-Lebensdauer von 1000 h, für die die Glühlampenindustrie die Lampen anfertigt, ist etwas zu lang. Als Ursache für das Vorgehen der Industrie vermutet der Verfasser, daß der Durchschnittskäufer bei einer kurzlebigen Lampe die häufigeren Anschaffungskosten zwecks Ersatz einer durchgebrannten Lampe und die damit verbundenen Arbeiten unangenehm empfindet, während er die ständig etwas höhere Stromrechnung einer langlebigen Lampe, die wegen ihrer geringeren Lichtausbeute bei gleichem Lichtstrom eine höhere Wattaufnahme hat, nicht bemerkt. Da die Kurve der Gesamtkosten in der Nähe des Minimums sehr flach verläuft, spielt der Unterschied in den Kosten zwischen Lampen mit der von den Fabriken eingehaltenen Lebensdauer und solchen mit der vom Verfasser berechneten günstigsten Lebensdauer von 500 h keine große Rolle. [D. Matanovic, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) S. 441.] *M. W.*

[1]) Licht u. Lampe 21 (1932) H. 23 bis 25; 22 (1933) S. 527.

WIRTSCHAFTSTEIL.

Fachvorträge der Jahrestagung Saarbrücken 1935 der WEV und des REV.

621. 311. 1 : 061. 3

Im Anschluß an die grundlegenden Reden, die auf der Jahrestagung der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung und des Reichsverbandes der Elektrizitäts-Versorgung in Saarbrücken von Direktor Zschintzsch, Reichsbankpräsident Dr. Schacht, Dipl.-Ing. Seebauer und Direktor Krecke gehalten worden sind[1]), behandelte Kommerzienrat Dr. h. c. Dr.-Ing. E. h. Hermann Röchling, Völklingen, in seinem allgemeinen Vortrag über Aufgaben der deutschen Wirtschaft[2]) eine Reihe von großen Arbeitsmöglichkeiten, deren Verwirklichung dazu dienen soll, die deutsche Rohstoff-Freiheit zu sichern und die wirtschaftliche Rückgliederung des Saarlandes zu vollenden. Eine Umschau in unserem Vaterlande, wie die Eigenversorgung mit den notwendigsten Rohstoffen am besten durchzuführen ist, zeigt zum Beispiel, daß Deutschland über eisenarme und kieselsäurehaltige Erze in einem Ausmaß verfügt, wie wir es vor dem Kriege nicht geahnt haben. Neben älteren Verfahren der Erzaufbereitung — Herauslösen der Oolithkörner aus der Grundmasse — gibt es auch neuere Verfahren, die darin bestehen, daß diese Erze oxydierend geröstet und damit von Schwefel und Glühverlust befreit werden, so daß sie für Transport und Hochofenbearbeitung geeignet sind. Auch aus devisenwirtschaftlichen Gründen ist die Selbstversorgung mit Erz eine Lebensfrage. Ein anderes großes Aufgabengebiet ist die planmäßige Verteilung unserer Industrie über das Deutsche Reich. Die Möglichkeit der Übertragung elektrischer Arbeit erlaubt es, neue Industrien auch in solchen Gegenden zu entwickeln, in denen die vorhandenen Arbeitskräfte nicht voll beschäftigt werden können oder in denen vorhandene Rohstoffe aus Energiemangel noch nicht gewonnen werden. Der Vortragende erinnert dabei an die wertvolle Vorarbeit, die Oskar von Miller schon im Jahre 1930 in dieser Richtung geleistet hat. Im Rahmen dieses elektrizitätswirtschaftlichen Ausbaues werden auch die Steinkohlengebiete, die bisher aus der Fernkraftversorgung vielfach ausgeschaltet waren, stärker herangezogen werden können. Schwerverkäufliche, aschenreiche Mittelprodukte, ebenso auch die großen Halden von bisher für unverwertbar gehaltenen Abgängen der Kohlenwäschen können für die Stromerzeugung nutzbar gemacht werden. Für den Saarkohlenbergbau ist diese Aufgabe von besonderer Bedeutung. Die vorgesehene Lieferung von 400 Mill kWh aus den Saargrubenwerken an das übrige Reich bedeutet die Verwertung von 400 000 t Abfallkohle. Auch die verstärkte Einschaltung moderner Kokereien — Gewinnung von Teer und Benzol, Erzeugung sehr reicher Gase — wird die Lage des Saarkohlenbergbaues erleichtern. Ein anderes Problem, das im Rahmen der Energieversorgung mit Brennstoffen schließlich noch gestreift wurde, ist die Nutzbarmachung der riesigen Torflagerstätten unseres Landes. Die wirtschaftliche Rückgliederung des Saarlandes erfordert noch erhebliche Anstrengungen. Im Rahmen der Arbeitsbeschaffung sind Flußregulierungen, Bodenverbesserungen, Errichtung öffentlicher Versorgungsanlagen, Straßenbauten und ähnliche Arbeiten teils in Angriff genommen, teils vorbereitet. Das Saarland selbst wird alles daran setzen, um das in den vergangenen 15 Jahren der Fremdherrschaft Versäumte nachzuholen; es wird aber dabei die tatkräftige Mithilfe der übrigen deutschen Wirtschaft nicht entbehren können.

Landesbaurat Dr. Menge, Berlin, sprach dann über die Eingliederung des Saargebietes in die deutsche Elektrizitätswirtschaft[3]). Bekanntlich hat die „Aktiengesellschaft für Deutsche Elektrizitätswirtschaft“ im Mai 1934 einen Beschluß gefaßt, wonach die ihr angeschlossenen Werke unter Beteiligung derjenigen ihr nicht angehörenden Werke Deutschlands, deren Erzeugung im Jahre 1932 über 50 Mill kWh betrug, jährlich 400 Mill kWh aus dem Saargebiet beziehen sollten. Insgesamt kamen für diese Aufgabe rd. 45 Werke in Betracht. Die Vorarbeiten für die Übernahme des Saarstromes wurden einer besonderen Kommission übertragen, deren Vorsitz der Vortragende führte. Das deutsche Hochspannungsnetz, das für die Verteilung dieser 400 Mill kWh in Frage kam, setzte sich Anfang 1934 zusammen aus dem Westnetz, bestehend aus den Leitungen des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes, der Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen und des Badenwerkes, dem mitteldeutschen Netz, umfassend die Netze der Preußischen Elektrizitäts-AG. und des Bayernwerkes, und endlich dem Ostnetz, das im wesentlichen aus den Leitungen der Elektrowerke, der AG. Sächsische Werke, des Elektrizitätswerkes Sachsen-Anhalt und des Märkischen Elektricitätswerkes besteht. Die auf Grund der geschichtlichen Entwicklung entstandene Aufteilung des Hochvoltnetzes in drei Gruppen soll für die Verbindung mit dem Saarlande grundsätzlich beibehalten werden. Das Netz ist seit 1934 durch den Bau einer 220 kV-Leitung Lehrte—Hannover—Magdeburg und einer 110 kV-Leitung von Magdeburg nach Spandau verstärkt worden. Vorzusehen sind der Bau einer 110 kV-Leitung von Hof i. B. nach Herlasgrün i. Sa. oder eine Verstärkung der 110 kV-Leitung von Borken nach Lehrte.

Im Interesse einer möglichst wirtschaftlichen Ausnutzung der Saarkohle sollen 400 Mill kWh als sogenannter Grundlaststrom, d. h. gleichmäßig über das ganze Jahr verteilt, erzeugt werden. Demgemäß beträgt die zu übertragende Kraftwerksleistung 400 Mill kWh: 8000 h = rd. 50 000 kW, bzw. unter Einschluß einer geringen Reserve 60 000 kW. Diese Leistung beabsichtigt die Saargrubenverwaltung durch Erweiterung der Weiherzentrale bei Göttelborn um 40 000 kW und des Kraftwerkes Saarlouis um 20 000 kW bereitzustellen. Die beiden Kraftwerke sollen durch eine 100 kV-Leitung mit dem bereits im Saargebiet vorhandenen Umspannwerk Mettlach des RWE verbunden werden. Von hier könnte der Saarstrom über die vorhandene Hochvoltleitung des RWE über Trier nach Koblenz sowie über die bis nach Mettlach zu verlängernde Leitung Idar—Niederhausen—Koblenz abtransportiert werden. Nachdem als Abgabepunkt außer Mettlach auch Göttelborn in Frage kommt, ist auch der Bau einer 110 kV-Verbindungsleitung von der Weiherzentrale nach Frankfurt a. M. zu erwägen. Aus dem deutschen Hochspannungsnetz 1935 mit den erforderlichen Ergänzungen für die Saarstromverteilung können dann der westlichen Gruppe der deutschen Elektrizitätswerke, und zwar dem RWE, den VEW, dem Badenwerk usw. 132 Mill kWh zugeführt werden, der nördlichen Gruppe PREAG, Elektrowerke, ASW, MEW, BEWAG usw. 206 Mill kWh, der südöstlichen Gruppe Bayernwerk, Betriebsgemeinschaft Kachlet-Franken, Isarwerke usw. 62 Mill kWh.

Der technische Vorgang dieser Übertragung ist nicht einfach. Die Schwierigkeiten in der Verteilung der 400 Mill kWh auf die 45 Abnehmer liegen darin, daß infolge der Überlagerung von Saarstrom und Netzstrom die tatsächliche Belieferung durch die Saar in nicht allzu großer Entfernung vom Saargebiet aufhört und andere Kraftwerke die Ersatzlieferung übernehmen, daß also jedes Werk lediglich mengenmäßig durch Lieferung vom Nachbarwerk seinen Saarstromanteil erhält. Weiter ist die Feststellung der Übergabe zu bestimmten Zeiten und damit im Zusammenhang der Nachweis der tatsächlichen Lieferung von Saarstrom kaum durchführbar. Hinzu kommt, daß sich die Dampfkraftwerke mit ihrer Erzeugung wohl darauf einrichten können, ihren Saarstromanteil als Grundlast aufzunehmen, die Wasserkraftwerke dagegen bei guten Wasserverhältnissen keinen Saarstrom verwerten können, während bei ungünstigen Wasserverhältnissen der Saarstrom für sie sogar hochwer-

[1]) ETZ 56 (1935) H. 41, S. 1129.
[2]) Elektr.-Wirtsch. 34 (1935) S. 599.
[3]) Elektr.-Wirtsch. 34 (1935) S. 604.

tigen Zusatzstrom bedeutet. Die Saarkommission hat daher nach einer anderen Lösung gesucht. Es hat sich gezeigt, daß die Übernahme des Saarstromes, vom wirtschaftlichen Standpunkt aus gesehen, ein Opfer der übrigen Elektrizitätswerke bedeutet. Aus diesem Gedankengang heraus wird erwogen, die 400 Mill kWh Saarstrom nur von einigen großen Unternehmungen aufnehmen zu lassen, jedoch alle 45 Werke geldlich an der dadurch eintretenden Mehrbelastung zu beteiligen. Ein Beispiel möge dies erläutern: Wenn man annimmt, daß der Saarstrom etwa 0,3 Rpf/kWh teurer sein wird als ihn die aufnehmenden Werke selbst erzeugen könnten, so ergibt sich bei 400 Mill kWh jährlich ein Betrag von 1,2 Mill RM. Bei einer anteilmäßigen Verteilung dieses Betrages auf die 45 in Frage kommenden Werke, die im Stichjahre 1932 rd. 12 Mrd kWh erzeugt haben, stellt sich die Belastung auf 100 RM je erzeugte Million kWh. Eine Stadt, die z. B. im Jahre 1932 55 Mill kWh selbst erzeugt hat, müßte danach jährlich eine Belastung von 5500 RM, und zwar auf die Dauer von 10 Jahren, tragen und an eine Ausgleichskasse abführen. Diese nach eingehendem Studium gefundene Lösung ist technisch klar, verwaltungsmäßig leicht durchführbar und wird dem Opfergedanken gerecht.

Internationale Zusammenarbeit in der Elektrizitätswirtschaft lautete das Thema des Vortrages des Präsidenten der Internationalen Vereinigung der Erzeuger und Verteiler elektrischer Energie, Direktor G. J. Th. Bakker, Den Haag. Der Vortragende gab zunächst eine Übersicht über die bestehenden internationalen Organisationen der Elektrotechnik, deren älteste, die „Internationale Elektrotechnische Commission (IEC)“, bereits 1906 gegründet wurde. Ihr Zweck ist die internationale Vereinheitlichung von Vorschriften, Benennungen usw. Zur Zeit gehören ihr 27 Länder, darunter auch Deutschland an. Nach dem Kriege riefen die Elektrizitätswerksvereinigungen verschiedener Länder die „Installationsfragen-Kommission (IFK)“ ins Leben, in der Deutschland ebenfalls vertreten ist. Die Aufgabe dieser Kommission besteht in der Verbesserung der Installationsmaterialien. Sie befaßt sich zur Zeit mit der endgültigen Abfassung von Vorschriften für Rundfunk- und Verstärkergeräte. Als besonders wichtiges Ergebnis kann die Entwicklung neuer Prüfverfahren und Prüfgeräte bezeichnet werden. Weiterhin wurde 1921 die „Internationale Hochspannungskonferenz (CIGRÉ)“ gegründet, die alle zwei Jahre in Paris tagt und an der sich seit 1933 auch Deutschland offiziell beteiligt. Der Zweck dieser Konferenzen sind der Erfahrungsaustausch und die Förderung der weiteren Entwicklung auf dem Gebiet der Hochspannungsübertragung. Gewisse Energieversorgungsfragen, über die sich die Elektrizitätswerke ohne Beteiligung von Vertretern der Industrie aussprechen wollen, werden in der seit 1925 bestehenden „Internationalen Vereinigung der Erzeuger und Verteiler elektrischer Energie“ behandelt, die bisher Tagungen in Frankreich, Italien, Belgien und der Schweiz abhielt. Die nächste Zusammenkunft soll 1936 in Holland stattfinden. Der Vortragende richtete an den Reichsverband der Elektrizitäts-Versorgung (REV) die Bitte, der Internationalen Vereinigung ebenfalls beizutreten, die sich von der Mitwirkung Deutschlands eine weitere wirtschaftliche Förderung ihrer Arbeit versprechen würde. (Direktor Zschintzsch als Vorsitzender des REV erklärte sein grundsätzliches Einverständnis zum Beitritt. Voraussetzung sei dabei, daß einige Nebenfragen, insbesondere die der Verhandlungssprache, entsprechend den deutschen Wünschen geklärt würden.)

Die Reihe der am Nachmittag des ersten Verhandlungstages gehaltenen Fachvorträge eröffnete Professor A. Rachel, Berlin, mit Ausführungen über die technisch-wirtschaftliche Seite der Gleichstrom-Hochspannungsübertragung. (Die ETZ kommt in einem der nächsten Hefte auf diesen Vortrag gesondert zurück.)

Direktor Dr.-Ing. E. h. Rodenhauser, Völklingen, behandelte die Elektrowärmeanwendung in der Eisen- und Metallindustrie, insbesondere im Saarland. Zur Zeit sind in der öffentlichen Stromversorgung und in den Eigenanlagen Deutschlands etwa 0,7 Mill kW für industrielle Elektrowärme installiert. Den Stromverbrauch wird man auf rd. 4 Mrd kWh jährlich schätzen dürfen; er kann noch erheblich gesteigert werden. An Hand zahlreicher Lichtbilder gab der Vortragende einen Überblick über die verschiedenartigen Konstruktionsgrundsätze und Formen für Lichtbogen-, Induktions- und Widerstandsöfen, an deren Entwicklung und Einführung in die Eisen- und Metallindustrie das Saarland und besonders das Edelstahlwerk Röchling, Völklingen, lebhaften Anteil genommen hat. — Dr.-Ing. A. Rittgen, Mettlach, griff in seinem Vortrag das Sondergebiet der keramischen Industrie heraus, auf dem sich die Elektrowärme im Gegensatz zu anderen Industriezweigen infolge der erforderlichen hohen Betriebstemperaturen nur langsam einführen konnte. Gute Erfolge hat die Elektrowärme namentlich in der Steingutindustrie mit Brenntemperaturen von 1300 ° im oxydierenden Brand erzielen können. In Europa sind bereits mehrere große Elektrotunnelöfen für diesen Zweck in Betrieb. Der einzige Ofen dieser Art in Deutschland, mit rd. 500 kW Anschlußwert und rd. 100 m Länge zugleich der größte unter den bisher aufgestellten, befindet sich im Saarland und hat einen mehr als einjährigen Dauerbetrieb bei einer höchstmöglichen Benutzungsdauer von 8760 h hinter sich. Der Elektrotunnelofen ist für den Keramiker ein vorbildlicher Brennapparat, für den Elektrowirtschaftler der angenehme, in der Belastung gleichbleibende Großstromabnehmer.

*

Der zweite Tag der Saarbrücker Tagung wurde eingeleitet durch einen Vortrag von Generaldirektor G. Warrelmann, Berlin, über das Thema: Neue Wege der Energieversorgung? Zahlreiche Reformvorschläge sind seit der Machtergreifung für die Neuordnung der Energieversorgung, insbesondere der Elektrizitätsversorgung, gemacht worden, die vielfach nicht die Gewähr dafür bieten, daß bei der Ausführung etwas Besseres an die Stelle des Bestehenden tritt, und die, soweit sie undurchführbar sind, nur Verwirrung und Beunruhigung in die Öffentlichkeit tragen. Bevor neue Wege beschritten werden, muß Klarheit über die zu lösende Aufgabe und das zu erreichende Ziel bestehen.

Für die Energieerzeugung stehen uns Steinkohle, Braunkohle, Wasserkraft und Erdöl zur Verfügung. Anzustreben sei die Energieversorgung aus einheimischen Erzeugungsmitteln. Der Ausbau von Wasserkräften dürfe nicht um jeden Preis erfolgen, wenn man das Endziel der Energiewirtschaft, die möglichst billige Versorgung des Abnehmers, im Auge behielte. Weiterhin sei es falsch, die unmittelbare Verbrennung der Kohle schlechthin als Vergeudung des Nationalvermögens zu bezeichnen. Ent- und Vergasung der Kohle müssen in den Grenzen gehalten werden, die durch die Verwertung und Absatzmöglichkeit ihrer Veredelungsprodukte gezogen sind. Auf dem Gebiet der Energieversorgung behandelte der Vortragende zunächst die Probleme der Gasversorgung, wobei er besonders hervorhob, daß der aus der öffentlichen Gasversorgung gedeckte Anteil des Treibölbedarfs nur rd. 2¼ % des Gesamtbedarfes betrage. Dementsprechend können weder Einschränkungen noch Steigerungen des Gasabsatzes die an sich wichtige Treibölbeschaffung nennenswert beeinflussen. Bestrebungen, das Vordringen der Elektrizität in das Gebiet der Wärmeversorgung unter Hinweis auf die Treibölgewinnung bei der Gaserzeugung aufzuhalten, seien daher nicht vertretbar. Für die Elektrizitätsversorgung werde gegenüber der eingetretenen Zentralisation der Stromerzeugung die Forderung nach einer „Auflockerung der Erzeugung“ erhoben. Demgegenüber sei festzustellen, daß die Vergrößerung der Versorgungsgebiete durch vorteilhafte Vermischung des verschiedenartigsten Verbrauchs den Ausnutzungsgrad der wichtigsten Betriebsanlagen erheblich verbessert habe. Die die Kraftwerke verbindenden Hochspannungsleitungen können in der modernen Elektrizitätswirtschaft ohnehin nicht entbehrt werden, die Theorie, daß der Vorteil der Großstromerzeugung durch die Stromfortleitungskosten aufgezehrt werde, treffe schon aus diesen Gründen nicht zu. Notwendig sei dagegen im Interesse der Wirtschaftlichkeit eine vernünftige Aufgabenverteilung unter den Kraftwerken, wobei die Großkraftwerke den Grundlastbedarf, die Ortskraftwerke den Spitzen- und Reservebedarf decken müssen (und nicht umgekehrt, wie gelegentlich gefordert wird). Gerade die Kupplung der Netze und die dadurch erreichte Verbindung aller Kraftwerke

schaffe ein Höchstmaß der Betriebssicherheit für alle vorkommenden Fälle.

Bei der Tariffrage werde immer wieder der Vergleich mit der Post herangezogen und ein Einheitspreis gefordert. Dieser Vergleich hinke schon deshalb, weil die Post ein tatsächliches Rechtsmonopol besitze, während die Elektrizitätswirtschaft den überwiegenden Teil ihrer Stromerzeugung im schärfsten Wettbewerb mit anderen Energiearten absetzen müsse. Bei den Strompreisen seien nach wie vor Umfang, Dauer, Zeit und Ort die entscheidenden Kostenfaktoren. Zusammenfassend stellt der Vortragende fest, daß der weitere Ausbau der Energieversorgung unter Ablehnung undurchführbarer Reformpläne, die in der Abnehmerschaft nur unerfüllte Hoffnungen wecken, auf Grund der unerläßlichen Fachkenntnisse und Erfahrungen zum Wohl der Allgemeinheit fortgeführt werden müsse.

Einen sehr anschaulichen und lehrreichen Film von dem schwedischen Elektrohof Malmvik zeigte Ing. E. Velander, Stockholm. Er führte dabei aus, daß in Schweden eine Reihe von Versuchs- und Mustergütern eingerichtet wird, die den Landwirten zum Studium aller technischer Einrichtungen, wie elektrischer Heißwasserbereitung, guter elektrischer Beleuchtung, vermehrter Anwendung arbeitsparender Elektromotoren usw. zur Verfügung stehen. Malmvik ist ein Elektrohof, in dem alle Erfahrungen verwertet sind. Der Strom wird mit 3 kV bis auf einige Entfernung vom Gebäude mit einer Freileitung und dann durch Kabel einem Transformator zugeführt, der in einem besonderen Raum steht. Das Gebäude hat keinen Lagerraum für Getreide (Platzersparnis), das vielmehr in feldtrockenem Zustande angefahren und in einer eingebauten Dreschmaschine ausgedroschen wird. Das Stroh wird mittels Gebläses außerhalb des Gebäudes aufgeschichtet. Die Getreidekörner werden in einer Trockenvorrichtung durch Warmluft getrocknet. Ähnlich wird mit der Heuernte verfahren[1]). Diese Einrichtungen machen den Landwirt unabhängig von der Witterung, da er die Ernte jederzeit einbringen kann. Sehr eingehend zeigt der Film auch die elektrischen Einrichtungen für die Viehhaltung und Behandlung der Milch. Erwähnt sei, daß ein Temperaturregler die Temperaturen in den Ställen auf 14 °C hält, was für den Gesundheitszustand des Viehs von Bedeutung ist. Durch die im Film gezeigten und vom Vortragenden erläuterten technischen Einrichtungen konnte eine wesentliche Ersparnis an Raum- und Bebauungsfläche erzielt werden. Die bei dem Bau ersparten Kosten entsprechen etwa den Ausgaben für die technischen Einrichtungen.

Bevor zum Schluß der Tagung der erstmalig gezeigte Ufa-Kulturfilm „Die Urkraft des Weltalls" vorgeführt wurde, der im Laien Verständnis erwecken soll für die Eigenarten der elektrischen Energie und ihre vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten, erstattete noch Dr.-Ing. Kromer, Berlin, einen Bericht über hochelektrifizierte landwirtschaftliche Versuchsdörfer. Die ETZ kommt in einem der nächsten Hefte auch auf diesen Vortrag gesondert zurück.

Kdm.

[1]) ETZ 56 (1935) H. 23, S. 651.

Energiewirtschaft.

621. 311. 1. 003 (43) **Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]).** — Nach den Angaben des Statistischen Reichsamts ist die Erzeugung der 122 Kraftwerke im August 1935 gegenüber dem Vormonat um 67,8 (4,5 %) und im Vergleich zum August 1934 um 187,8 Mill. kWh (13,4 %) gewachsen. Arbeitstäglich betrug die Zunahme 2,5 (4,4 %) bzw. 7 Mill kWh (13,5 %). Der gewerbliche Verbrauch hat sich bei den 103 Lieferwerken im Juli gegen den Juni insgesamt um 46 Mill kWh (8 %) erhöht, je Arbeitstag aber um 0,9 Mill kWh (4 %) als Folge der Berechnungsweise verringert. Er übertraf den im Parallelmonat des Vorjahrs gedeckten Konsum um 75,7 (14 %) bzw. 2,1 Mill kWh (10 %).

Monat	von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch insgesamt Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch kWh/kW Anschlußwert	
	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934
I.	1697,8	1425,2	65,3	55,8	592,5	501,0	22,8	19,3	4,54	3,97
II.	1476,7	1285,3	61,5	53,6	550,1	474,4	22,9	19,8	4,56	4,09
III.	1534,4	1337,1	59,0	51,4	579,6	509,4	22,3	19,6	4,41	4,04
IV.	1433,2	1249,4	59,7	52,1	567,2	498,7	23,6	20,8	4,64	4,27
V.	1481,7	1211,8	59,3	50,5	595,4	508,8	23,8	21,2	4,68	4,32
VI.	1386,0	1244,5	57,7	47,9	565,7	538,0	23,6	20,7	4,62	4,20
VII.	1519,0	1307,3	56,3	50,3	611,7	536,0	22,7	20,6	4,42	4,21
VIII.	1586,8	1399,0	58,8	51,8	.	552,9	.	20,5	.	4,18

fm.

621. 311. 1. 003. 2 (44) **Das neue französische Gesetz über die Senkung der Strompreise.** — Das von der französischen Regierung am 16. 7. 1935 veröffentlichte Gesetz über Stromtarife bedeutet einen tiefen Eingriff der öffentlichen Macht in die bis jetzt der freien Unternehmertätigkeit überlassene Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft. Es kann, wenn es tatsächlich zur Durchführung kommt, zum Ausgangspunkt einer weitergehenden Organisation werden. Gegenüber den bisherigen Bemühungen zur Strompreissenkung[2]) enthält das Gesetz eine Reihe von anderen wichtigen Maßnahmen, gestattet Konzessionsabänderungen, den Erkauf von Verteilungsnetzen und setzt einen Elektrizitätsrat ein.

Der Elektrizitätsindex[3]) wird um 9 Einheiten für die Niederspannung und um 4 Einheiten für die Hochspannung ermäßigt. Jeder Verteiler der elektrischen Arbeit muß künftig auch einen reinen Zählertarif ohne Mindestabnahme und ohne Grundgebühr, einen Spezialtarif für Haushaltgeräte und in Ortschaften mit über 2000 Einwohnern auch Regelverbrauchtarife (Stufentarife) für Niederspannung einführen. Vom 1. 8. 1935 an dürfen die folgenden Maximalpreise nicht überschritten werden (in Pf/kWh)[4]):

	Licht	Kraft
in Paris (Départ. Seine)	25,0	16,6
in Ortschaften über 80 000 Einw.	25,8	18,3
„ 40 ... 80 000 Einw.	27,5	18,3
„ 20 ... 40 000 „	27,5	20,0
„ 15 ... 20 000 „	28,3	21,6
„ 10 ... 15 000 „	28,3	23,3
„ 2 ... 10 000 „	30,0	25,0
unter 2000 Einw. und über 30 kWh/J. Einw.	31,7	28,3
mit 15 ... 30 kWh/J. Einw.	35,9	28,3
unter 15 kWh/J. Einw.	40,0	28,3

Die maximale Einphasen-Zählermietgebühr für Kleinabnehmer ist festgestellt auf (in Pf/Monat):

in Ortschaften mit	Anschlußwert unter 0,5 kW	Anschlußwert 0,5 ... 1 kW
mehr als 2000 Einwohner	25,0	29,2
unter 2000 Einwohner	29,2	33,3

Die Maximalpreise für Hochspannung für Lieferungen der Erzeuger an die öffentlichen Verteiler betragen:

Grundpreis	25,0	M/Jahr u. kW Anschlußwert
Einheitspreis: unter 50 kW	6,67	Pf/kWh
50 ... 100 kW	6,17	„
100 ... 500 kW	5,66	„

Verschiedene Bestimmungen vervollständigen die Tarifvorschrift. Bei Regelverbrauchstarifen kann z. B. die höchste Stufe die obigen Maximalpreise um 1,67 Pf/kWh überschreiten. Die von Gemeinden und Bezirken erhobenen Zuschläge dürfen 8,3 Pf/kWh nicht überschreiten usw.

Ungeachtet der neuen Maximalpreise ist die Senkung aller Strompreise um 10 % gegenüber den am 18. 7. 1934 geltenden Werten vorgeschrieben. Die in dieser Weise er-

[1]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 1107; 56 (1935) H. 39, S. 1081.
[2]) ETZ 56 (1935) S. 117.

[3]) ETZ 55 (1934) S. 463; 56 (1935) S. 877.
[4]) 1 RM = 6 Fr.



niedrigten Preise dürfen jedoch höchstens um 8,3 Pf/kWh unter den Maximalpreisen liegen.

Jeder Verteiler und Konzessionsinhaber einer Fernleitung kann, um die neuen Vorschriften befolgen zu können, eine Abänderung seiner ihn mit dem Energieerzeuger bindenden Verträge verlangen. Er kann außerdem eine Unterstützung von der neu gegründeten Unterstützungskasse, eine Verlängerung seiner Konzession um 10 Jahre und schließlich, wenn er auf den weiteren Betrieb verzichtet, den Verkauf seiner Konzession verlangen. Besondere Bestimmungen gelten für den Verkauf, für den Bau von infolge Umgruppierung von Verteilungsnetzen notwendig gewordenen Fernleitungen und für die eventuelle Spannungserhöhung derselben.

Die Verwaltung der Unterstützungskasse wird von dem Syndikat der Erzeuger und Verteiler elektrischer Arbeit unter der Kontrolle eines Regierungskommissars geleitet. Sein Einkommen bildet eine Abgabe, die jeder Verteiler für seine dem Niederspannungsverbrauch für Beleuchtung entsprechende Einnahme zu leisten hat. Ein erster Teil dieser Einnahme, dem halben Maximalpreise entsprechend, ist ausgenommen, ein zweiter gleichgroßer Teil ist mit 2 %, der Überschuß mit 4 % festgelegt. Die aus Ortschaften mit unter 2000 Einwohnern stammende Einnahme ist ebenfalls von der Zahlung der Abgabe befreit. In keinem Fall darf diese auf den Verbraucher überführt werden.

Die Unterstützung, die ein Verteiler anfordern kann, soll seine Verluste für den nach den Maximalpreisen in Ortschaften unter 2000 Einwohnern geregelten Verkauf teilweise decken, sie kann bis 80 % des Einnahmerückgangs im ersten, bis 60 % im zweiten Jahre usw. erreichen. Außerdem wird die Unterstützungskasse für den Ausbau von Netzverbindungen und im allgemeinen für technische Verbesserungen der Netze finanzielle Unterstützung gewähren.

Der beim Ministerium für öffentliche Arbeiten gegründete Oberste Elektrizitätsrat (Conseil Supérieur de l'Électricité) hat den Zweck, Äußerungen und Ratschläge in allen die Elektrizitätserzeugung und -verteilung angehenden Fragen, Streitfällen usw. zu geben. Insbesondere fallen unter seine Zuständigkeit alle Streitfragen, die durch Anwendung des Gesetzes zwischen Erzeugern, Verteilern und Abnehmern entstehen könnten. Er zählt 75 Glieder, wovon ein Drittel die Abnehmer, ein Drittel die Erzeuger und Verteiler und ein Drittel die allgemeinen Wirtschaftsinteressen vertreten. *—ak.*

621. 311. 1. 003 : 64 (73) **Haushaltstromabnahme der V. S. Amerika.** — Die Zahl der angeschlossenen Haushaltgeräte (Zahlentafel 1) wurde früher aus den Herstellerziffern unter einem gewissen Abzug für Ersatz bestimmt und aus diesen große Erwartungen an die Stromabnahmesteigerung abgeleitet. An Hand von allerdings auch teilweisen Schätzungen wird für die V. S. Amerika ein Hundertsatz der wirklich benutzten Geräte in den Haushaltungen angegeben.

Zahlentafel 1.

Geräte	1 Geräte-Anzahl Mittel aus 1933/34	2 % in Gebrauch	3 Anzahl in Gebrauch
Bügeleisen	19 850 000	70	13 900 000
Staubsauger	9 525 000	70	6 665 000
Rundfunk	15 750 000	70	11 000 000
Waschmaschinen	8 250 000	75	6 200 000
Röster	8 000 000	37½	3 000 000
Tee- u. Kaffeemaschinen	5 050 000	40	2 020 000
Sonnen (Raumheizung)	3 100 000	37½	1 165 000
Kühlschränke	5 325 000	90	4 800 000
Herde	1 025 000	90	925 000
Ölfeuerungen	820 000	95	779 000
Bügelmaschinen	804 000	80	643 000
Heißwasserspeicher	284 000	75	213 000
Synchron-Uhren	7 800 000	90	7 000 000
Anlagen für künstl. Klima	1 500	100	1 500

Ferner wird der bisher angenommene Kilowattstundenverbrauch der einzelnen Geräte um bis 50 % verringert (Zahlentafel 2).

Die geringere Leistung der heute verkauften Kühlschränke wie Rundfunkgeräte wird hervorgehoben und besonders die Ersatzbeschaffung für veraltete und verbrauchte Geräte. Die mittlere Lebensdauer der Kühlschränke wird dabei zu 8½ Jahren angegeben. Die Nachprüfung der Angaben liefert der Stromverkauf der Werke.

Zahlentafel 2.

Geräte	Früher angenommener Jahresverbrauch in kWh	Verringerung der Abnahme in %	Tatsächlicher Jahresverbrauch in kWh
Bügeleisen	50	30	35
Staubsauger	36	30	25
Rundfunk	75	30	52½
Waschmaschine	25	25	18
Röster	37½	50	18
Tee- u. Kaffeemaschine	40	50	20
Sonne (Raumheizung)	37½	50	18
Kühlschrank	550	10	495
Herd	1750	10	1575
Ölfeuerung	240	5	225
Bügelmaschine	125	20	100
Heißwasserspeicher	3000	25	2250
Synchron-Uhr	18	10	16

Die Aufteilung des gesamten Haushaltstromverbrauchs nach Einzelgeräten zeigt auf der Grundlage der Eltwerksstatistik Abb. 1. Man erkennt das immer stärkere Anwachsen des Großgeräteverbrauchs gegen Beleuchtung und Kleingeräte im Laufe der Jahre.

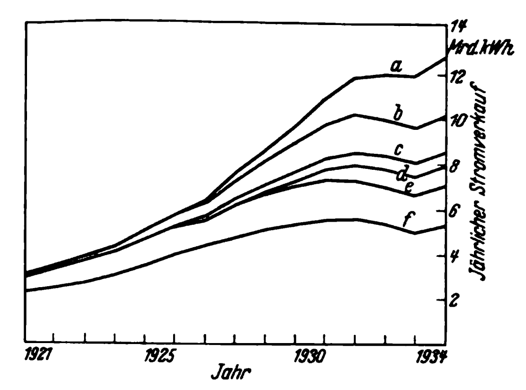


Abb. 1. Stromverbrauch der verschiedenen Haushaltgeräte in den V. S. Amerika.

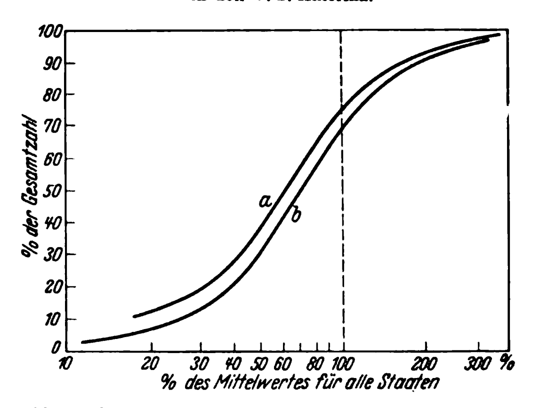


Abb. 2. Mittlerer Stromverbrauch und mittleres Einkommen der Haushaltstromabnehmer in den V. S. Amerika 1929.

Schließlich gibt Abb. 2 die fast parallele Entwicklung des Haushaltstromverbrauchs mit dem Einkommen der Haushalter. Zugleich ist hier ersichtlich, wie sehr der „mittlere jährliche Stromverbrauch" von 500 kWh (hier 100 %) im Jahre 1929 täuscht. 30 % aller Abnehmer verbrauchten weniger als 250 kWh und die Hälfte weniger als 350 kWh jährlich. Die 29 % Haushaltstrom-Großverbraucher nehmen 63 % des Haushaltstromes ab. Parallel hierzu ergibt sich, daß 26 % der Besitzenden ⅔ des Gesamteinkommens haben. (William M. Carpenter, Domestic Electric Service in 1934, Edison Electric Institute Bulletin, 1935, S. 109 bis 111.) *A.*

621. 311. 1 (931). **Die Stromversorgung Neu-Seelands.** — Die Stromversorgung der beiden Inseln, die das Dominion Neu-Seeland ausmachen, mit elektrischem Strom wurde schon durch ein im Jahre 1903 ergangenes Gesetz über die Wasserkräfte der Regierung vorbehalten. Durch eine Reihe weiterer Gesetze wurden dann örtliche Körperschaften geschaffen, denen die Versorgung ihrer Bezirke oblag. Sie beziehen zumeist den Strom aus den von der Regierung erbauten Wasserkraftwerken, um ihn

weiter zu verteilen. Es gibt auf der Nordinsel 4 große Wasserkraftwerke: Mangahao mit 19 200 kW, Arapuni mit 60 000 kW, Horahora mit 10 600 kW und Waikaremoana mit 32 000 kW. Auf der Südinsel sind vorhanden 3 Kraftwerke am Lake Coleridge mit 34 500 kW, Waipori (Privatbesitz) mit 17 000 kW, Lake Monowai (Kommunalbesitz) mit 6000 kW, im Bau ist Waitaki River mit 30 000 kW. Außerdem besitzen noch 2 Kommunalverbände Dampf-Kraftwerke, Kings Wharf Plant mit 41 600 kVA und Evans Bay Plant mit 7650 kVA. Daneben bestehen noch eine Reihe kleinerer Wasser-, Gas- und Ölkraftwerke. Die Kraftwerke sind untereinander mit 50 und 100 kV-Leitungen verbunden. Als Mittelspannung dienen 11 und in einem Falle 22 kV, Verteilungsspannung ist zumeist 6600 Volt.

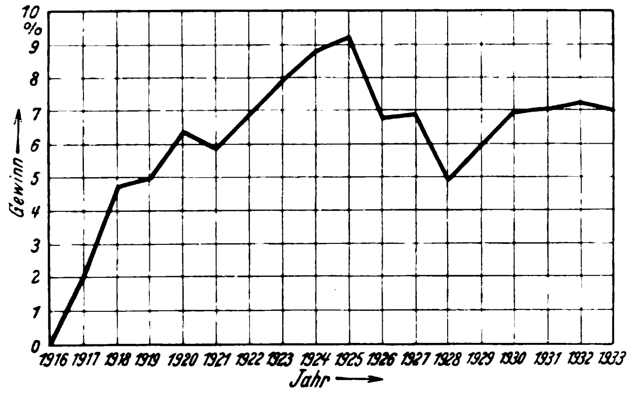


Abb 3. Gewinn in % des arbeitenden Kapitals.

Die beiden Inseln sind zum größten Teil gebirgigwaldig und fast unbewohnt. Ihre Gesamtfläche beträgt 277 000 qm, davon sind auf der Nordinsel 11 200 und auf der Südinsel 26 500 qm mit Strom versorgt. Dies sind also noch nicht 14 % der Gesamtfläche, die aber von 93 % der Bevölkerung bewohnt werden. Bis zum Jahre 1921 umfaßte die Versorgung nur Städte und Vororte, seither ist sie auch im stärksten Maße aufs Land hinausgetragen worden. Betrug vorher die Zahl der Abnehmer je km Leitungslänge durchschnittlich rd. 20, so sank sie auf gegenwärtig 9,65. Die starke Erweiterung des Leitungsnetzes — die Leitungslänge ist in 15 Jahren annähernd verfünffacht worden — hatte natürlich einen Rückgang der Einnahmen je km Leitungslänge und damit ein Absinken des Verdienstes zur Folge. Wie Abb. 3 zeigt, begannen sich die Einnahmen aber bald wieder zu heben. Gegenwärtig beträgt die Einnahme etwa 230 RM je km (1 £ = 20,50 RM gerechnet). Hierbei entfallen auf den Kopf der versorgten Bevölkerung 450 kWh, für das dünn besiedelte Land ein recht gutes Ergebnis, wenn man bedenkt, daß in den hoch elektrifizierten Vereinigten Staaten mit ihren zahlreichen großen Städten auf den Kopf der Bevölkerung 750 kWh entfallen. Die Entwicklung des Stromverbrauches zeigt Abb. 4. Das Ansteigen ist

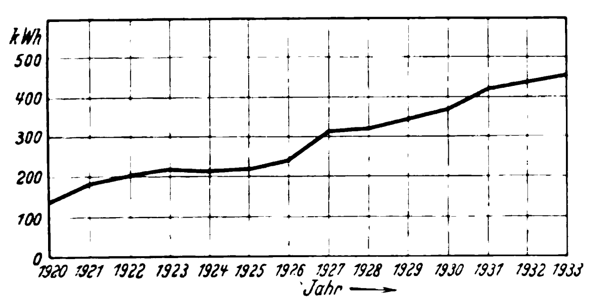


Abb. 4. Stromabnahme auf den Kopf der Bevölkerung.

wesentlich mit erreicht worden durch Absenken der Strompreise. Die örtlichen Versorgungskörperschaften beziehen den Strom von der Regierung (80 % der gesamten verbrauchten Strommenge stammt aus den Regierungskraftwerken) zu folgenden Tarifen:

die ersten 200 kVA der Höchstlast kosten im Jahre RM 204,—
die nächsten 4 800 kVA der Höchstlast kosten im Jahre RM 164,—
die weiteren 1 500 kVA der Höchstlast kosten im Jahre RM 142,—
alles über 20 000 kVA der Höchstlast kostet im Jahre RM 107,50

Zu diesem Preise wird der Strom ab einem im Gebiete der Versorgungskörperschaft gelegenen Umspannwerke 11 000 Volt-seitig geliefert. Die mittlere Abnahme des einzelnen Abnehmers betrug 1970 kWh, der dafür im Durchschnitt gezahlte Preis 10,66 Pf. Überraschenderweise ist der Durchschnittspreis für häusliche Zwecke niedriger als der Gesamtdurchschnitt und beträgt nur 9,52 Pf. Von den Selbstkosten der örtlichen Verteilungsbehörden entfallen 2,9 Pfg. auf den Bezugspreis des Stromes und 6,62 Pf auf die Verteilungskosten. Ein Gewinn wird angeblich nur in ganz geringfügiger Höhe (2,1 %) erzielt, doch sind die Rückstellungen für Abschreibung und Tilgung reichlich.

Gesetzlich geregelt worden ist auch auf Grund schlechter Erfahrungen das Installateurgewerbe. Wer elektrische Anlagen berufsmäßig errichten will, bedarf einer Zulassung. Sie wird ausgesprochen von einer Behörde, deren Vorsitzender der Chefelektriker der Regierungsabteilung für öffentliche Betriebe ist und deren 4 Beisitzer von den Verteilungskörperschaften, den Installateuren, den Monteuren und den Feuerversicherungen ernannt werden. Seit dieser Regelung, die am 1. 4. 1924 in Kraft trat, sind 3300 Installateure zugelassen worden, weitere 405 als Inspektoren für elektrische Anlagen und 330 mit beschränkter Lizenz. Da Neu-Seeland 1,525 Millionen Einwohner zählt, bedeutet das auf 461 Einwohner einen Installateur, also eine sehr dichte Besetzung. (F. T. Kissel, J. Instn. electr. Engr. 77 [1925] S. 63.) *Ha.*

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

347· 77 (45) **Das neue italienische Gesetz über den Patent-, Muster- und Markenschutz vom 13. 9. 1934**[1]**.** — Der gewerbliche Rechtsschutz hat in Italien durch das Gesetz vom 13. 9. 1934[1]) eine neue Regelung gefunden. Was die hier besonders interessierenden technischen Schutzrechte betrifft, so besteht für Patente die wichtigste Neuerung darin, daß ein dem deutschen System ähnliches Prüfungs-, Einspruchs- und Beschwerdeverfahren eingeführt ist. Auch die Rechte der Angestellten haben eingehende Berücksichtigung gefunden. Nicht nur, daß ein Recht auf Erfindernennung (Erfinderehre) eingeführt ist, auch das materielle Recht des Angestellten an der Erfindung ist neu geregelt. Wenn eine vertraglich geregelte Entschädigung für erfinderische Tätigkeit nicht vorgesehen ist, stehen dem Arbeitgeber Rechte für Erfindungen in dem durch den Angestelltenvertrag zugewiesenen Arbeitsgebiet mit der Maßgabe zu, daß der Erfinder entsprechend entschädigt wird. Für außerhalb des eigentlichen Arbeitsgebietes, aber innerhalb des Arbeitsgebietes des Betriebes liegende Erfindungen hat der Arbeitgeber nur ein Vorkaufsrecht. Interessant ist auch, daß die erste Bekanntmachung einer Erfindung in den Berichten inländischer wissenschaftlicher Vereinigungen ein Prioritätsrecht begründet. Die Patentdauer ist wie in Deutschland auf 18 Jahre bemessen; jedoch liegen die Gebühren fast durchweg wesentlich niedriger, so beträgt die letzte Jahresgebühr nur 1600 Lire.

Auch in der Regelung des Gebrauchsmusterschutzes zeigt sich das deutsche Vorbild, so in der Möglichkeit der neben der Patentanmeldung laufenden bedingten Gebrauchsmusteranmeldung. Ausdrücklich heißt es im Gesetzestext, daß Gegenstand eines Gebrauchsmusters nur „neue Erfindungen" sein können, so daß also nicht jede Änderung eines Gebrauchsgegenstandes, sondern nur eine solche von ausreichender Erfindungshöhe gebrauchsmusterfähig ist, ein Grundsatz, dem in Deutschland leider nicht immer ausreichende Beachtung geschenkt wird. Geprüft wird jedoch nur auf Erfüllung der formellen Erfordernisse, die Frage nach der neuen Erfindung gewinnt nur im Löschungsverfahren Bedeutung. Die Dauer des Gebrauchsmusters ist 4 Jahre, eine Verlängerungsmöglichkeit ist nicht vorgesehen.

Für die Überleitung des jetzt bestehenden Rechtszustandes in den neuen ist nach den Übergangsbestimmungen die erforderliche Zeit gelassen. Kahle.

[1]) Carl Heymanns Verlag, Berlin 1935. Preis geh. 3 RM.



WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Fernsprechstellen der Welt. — Die von der American Telephone and Telegraph Co. zusammengestellten statistischen Unterlagen über das Fernsprech- und Telegraphenwesen in der Welt geben einen zuverlässigen Überblick über die Entwicklung dieser elektrischen Schnellnachrichtenmittel, da die Angaben überwiegend auf Mitteilungen der Postbehörden und privaten Betriebsgesellschaften beruhen. Nach der soeben erschienenen Übersicht für Anfang 1934 ergibt sich eine erneute Verringerung der Sprechstellen der Welt (Zahlentafel 1), doch entfällt dieser

Zahlentafel 1. Fernsprechstellen der Welt.

Jahr	Anzahl in Millionen				
	insgesamt	davon in			
		Nordamerika	Europa	behördlichen Anlagen	Anlagen privater Gesellschaften
1925	26,0	17,3	6,9	7,7	18,3
1929	32,7	20,9	9,2	10,3	22,4
1931	35,3	21,8	10,6	11,6	23,7
1933	32,9	18,9	11,1	11,9	21,0
1934	32,5	18,1	11,3	12,2	20,3

Rückgang zum größten Teil auf Nordamerika, während in Europa die Zahl der Fernsprechanschlüsse auch während der Weltwirtschaftskrise weiter gewachsen ist. Dementsprechend steigerte Europa seinen Anteil von 28 % (1929) auf 35 % (1934), während sich der Nordamerikas im gleichen Zeitraum von 64 % auf 56 % verminderte. Bei den europäischen Ländern handelt es sich um ein Aufholen in der Verwendung des Fernsprechers in den bislang zurückgebliebenen Ländern wie: Belgien, Finnland, Frankreich, Rußland und den Balkanstaaten. In Deutschland ist die Zahl der Sprechstellen mit fast 3 Mill nahezu unverändert geblieben. — Die seit 1931 zu beobachtende Anteilverringerung der Sprechstellen in Anlagen privater Gesellschaften hat sich auch bis 1934 fortgesetzt. Die Anschlußdichte auf 100 Einwohner liegt in der Welt mit 1,54 wiederum unter den Vergleichsziffern der Vorjahre. Am größten ist die Anschlußdichte nach wie vor in den V. S. Amerika (Zahlentafel 2). Ein wirklich zutreffendes Bild über die Bedeutung des Fernsprechers im Wirtschafts- und Privatleben ergibt sich jedoch erst aus der Beziehung zwischen Anzahl der Sprechstellen und Zahl der geführten Gespräche. Die in Zahlentafel 2 berechnete Gesprächsdichte je Sprechstelle (Orts- und Ferngespräche) gibt ein anschauliches Bild über die tatsächliche Benutzung des Fernsprechers. Hier führt im Jahre 1933 Japan vor Kanada und der Südafrikanischen Union. Es folgen Dänemark und Schweden, während die V. S. Amerika hinsichtlich der Fernsprechbenutzung erst an 6. Stelle stehen. Deutschland steht mit Großbritannien und der Schweiz auf einer Stufe. Die hier mit erst rd. 700 Gesprächen je Sprechstelle während des Jahres erreichte Benutzung des Fernsprechers läßt für die nächsten Jahre eine weitere Steigerung erhoffen.

Die Fernsprech- und Telegraphenleitungen wurden während des Jahres 1933 wiederum vergrößert. An den Fernsprechleitungen der Welt nehmen ebenfalls die V. S. Amerika mit 57 % mehr als die Hälfte ein, denen Deutschland vor Großbritannien, Frankreich und Kanada folgt.

Welt-Elektro-Ausfuhr im ersten Halbjahr 1935. — Die Welt-Elektro-Ausfuhr (Zahlentafel 1) beträgt im 1. Halbjahr 1935 415,2 Mill RM und liegt mit diesem Wert ungefähr 7 % über dem im 1. Halbjahr 1934 erreichten Ergebnis. Die stärkste Zunahme ist in der Ausfuhr von V. S. Amerika und Großbritannien (mehr als 15 %) zu verzeichnen. Beide Länder haben dementsprechend ihren Anteil an der Welt-Elektro-Ausfuhr steigern können, V. S. Amerika von 22,4 auf 24,4 %, Großbritannien von 17,4 auf 18,7 %. Die amerikanische Ausfuhr hat durch diese Entwicklung die deutsche Ausfuhr fast erreicht, die zwar gegenüber dem Vorjahr um 1 % gestiegen ist, ihren Anteil an der Weltbelieferung jedoch von 26,9 auf 25,3 % vermindert hat. Ihre Ausfuhr steigern konnten ferner die Niederlande um 12,8 %, Schweden, Belgien und Österreich um näherungsweise 5 %. Ungünstiger gestaltete sich die Ausfuhr für Frankreich, Schweiz, Japan und Ungarn, die den Wert des Vorjahres nicht erreichen konnten.

Zahlentafel 1. Welt-Elektro-Ausfuhr.

Ausfuhrländer [1])	1934	1. Halbjahr		Anteil an der Welt-Elektro-Ausfuhr		
		1934	1935	1934	1. Halbjahr	
					1934	1935
	Millionen RM			%	%	%
Deutschland	226,4	104,1	105,1	26,4	26,9	25,3
V. S. Amerika	186,0	86,9	101,1	21,7	22,4	24,4
Großbritannien	144,6	67,2	77,7	16,9	17,4	18,7
Niederlande	97,2	35,5	40,0	11,4	9,2	9,6
Frankreich	36,7	18,8	17,6	4,3	4,8	4,2
Schweiz	28,6	14,0	13,0	3,3	3,6	3,1
Schweden	26,9	11,5	12,0	3,1	3,0	2,9
Japan	25,5	11,8	11,0	3,0	3,0	2,7
Belgien-Luxemburg	20,1	8,8	9,2	2,3	2,3	2,2
Ungarn	17,1	7,0	5,8	2,0	1,8	1,4
Österreich	15,9	6,5	6,7	1,9	1,7	1,6
Sonstige [2])	31,8	15,0	16,0	3,7	3,9	3,9
Zusammen [3])	856,8	387,1	415,2	100	100	100

[1]) Geordnet nach der Größe der Ausfuhr 1934.
[2]) Kanada, Dänemark, Italien, Tschechoslowakei; z. T. geschätzt
[3]) Erfaßt sind über 90 % der Welt-Elektro-Ausfuhr.

Zahlentafel 2. Fernsprech- und Telegraphenwesen der Welt.

Erdteile und Länder	Fernsprechstellen am 1. 1.				Telephongespräche				Länge in 1000 km [5]) am 1. 1.			
	Anzahl in 1000		auf 100 Einwohner		Anzahl in Mill		auf eine Sprechstelle [1])		Fernsprechleitungen		Telegraphenleitungen	
	1933	1934	1933	1934	1932	1933	1932	1933	1933	1934	1933	1934
Europa	**11 057**	**11 307**	**2,0**	**2,02**	—	—	—	—	**72 270**	**76 334**	**3 451**	**3 570**
Deutschland [2])	2 960	2 954	4,5	4,5	2 163	2 176	711	735	24 457	24 939	216	212
Dänemark [2])	357	365	9,8	10,0	549	576	1525	1600	1 839	1 918	18	18
Frankreich	1 292	1 350	3,1	3,2	862	858	684	660	7 247	7 760	842	842
Großbritannien [3])	2 146	2 226	4,6	4,8	1 530	1 620	725	739	16 894	17 897	553	526
Italien [4])	467	483	1,1	1,1	—	—	—	—	2 138	2 735	402	402
Niederlande	333	343	4,1	4,1	390	411	1219	1209	1 529	1 722	35	43
Schweden	578	591	9,3	9,5	850	852	1491	1469	3 258	3 443	58	53
Schweiz	346	364	8,4	8,8	261	271	779	753	1 706	2 037	26	16
Nordamerika	**18 900**	**18 107**	**11,0**	**10,4**	—	—	—	—	**150 890**	**149 959**	**4 445**	**4 461**
Kanada	1 262	1 192	12,0	11,2	2 347	2 272	1805	1847	8 188	8 262	589	587
V. S. Amerika	17 424	16 711	13,9	13,3	25 500	24 000	1371	1403	141 074	139 983	3 636	3 644
Südamerika	**646**	**652**	**0,7**	**0,7**	—	—	—	—	**3 641**	**3 788**	**643**	**674**
Argentinien	318	312	2,7	2,6	—	—	—	—	1 891	1 931	322	322
Brasilien	171	171	0,4	0,4	—	—	—	—	1 030	1 036	169	171
Afrika	**258**	**272**	**0,2**	**0,2**	—	—	—	—	**1 617**	**1 746**	**340**	**341**
Südafrikanische Union [2])	116	127	1,4	1,5	197	213	1791	1775	804	822	51	51
Asien	**1 342**	**1 421**	**0,1**	**0,1**	—	—	—	—	**7 756**	**8 364**	**1 453**	**1 574**
China	147	154	0,03	0,03	—	—	—	—	763	780	209	217
Japan [2])	965	1 015	1,4	1,5	3 435	3 813	3654	4237	5 583	5 754	296	373
Oceanien	**738**	**737**	**0,8**	**0,8**	—	—	—	—	**5 606**	**5 740**	**270**	**259**
Australien [4])	485	488	7,4	7,4	397	409	810	835	4 079	4 108	163	158
Welt insgesamt	**32 941**	**32 496**	**1,61**	**1,54**	—	—	—	—	**241 870**	**245 951**	**10 611**	**10 879**

[1]) Bei Berechnung dieser Verhältniszahl wurde die Anzahl der Sprechstellen im Jahresdurchschnitt verwertet.
[2]) Stand am 31. 3. des gleichen Jahres, bzw. Jahr vom 1. 4. bis 31. 3.
[3]) Einschl. Nordirland.
[4]) Stand am 30. 6. des Vorjahres, bzw. Jahr vom 1. 7. bis 30. 6.
[5]) Umrechnung: 1 engl. (statute) mile = 1609,34 m.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus. Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631. Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

VDE-Fachberichte 1935.

Die Fachberichte unserer diesjährigen (37.) Mitgliederversammlung in Hamburg sind soeben in Buchform erschienen. Der Band „VDE-Fachberichte 1935" enthält außer den 47 Fachberichten auch die Aussprachen dazu, die Zusammenfassungen der Einführenden zu den einzelnen (12) Gruppen und 236 Abbildungen nach den vorgeführten Lichtbildern.

Trotz erhöhten Umfanges — 172 Seiten gegen 152 Seiten der VDE-Fachberichte 1934 — und trotz der höheren Zahl von Abbildungen — 236 gegen 200 — konnten die Preise gehalten werden:

für VDE-Mitglieder:

kartoniert	6,80 RM
in Halbleinen	9,— „

für Nichtmitglieder:

kartoniert	10,20 „
in Halbleinen	13,50 „

zuzüglich Versandspesen 0,50 RM.

Bestellungen erbitten wir an den VDE, Verlagsabteilung, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, oder an den Buchhandel. Die Lieferung erfolgt umgehend.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

EV

Elektrotechnischer Verein.
(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur ordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 29. 10. 1935, 8 Uhr abends, im Großen Hörsaal des Neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule, Berlin-Charlottenburg (Kurfürstenallee).

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Dr.-Ing. Georg Nauk über das Thema: „Dielektrische Probleme des neuzeitlichen Kondensatorenbaues".

Inhaltsangabe:

I. Teil: Das Papier.
Die im Kondensatorbau verwendeten Papiersorten und ihre Herstellung. Der Einfluß des Papieranteils im Kondensator-Dielektrikum. Das Verhalten der dielektrischen Verluste ungetränkter Papiere in Abhängigkeit von der Temperatur. Einfluß des Imprägniermaterials auf den Verlustverlauf. Verlustcharakteristiken verschiedener Papiere; deren Einfluß auf die Betriebssicherheit und Lebensdauer von Kondensatoren.

II. Teil: Imprägniermaterial.
Weshalb muß Papier imprägniert werden?
Imprägniermaterialien:

a) Wachse. Schwunderscheinungen und deren Auswirkung im Kondensator-Dielektrikum. Glimmspannungen und deren Auswirkung. Verlauf der Ionisationskurve. Glimmgrenzspannung. Mittel, um Glimmerscheinungen im Wachskondensator zu verhüten.
b) Plastische Imprägniermittel, ihre Vor- und Nachteile.
c) Dünnflüssiges Öl als Imprägniermaterial. Ionisationserscheinungen im ölgetränkten Dielektrikum und deren Auswirkungen. Erscheinung der Gasbildung.

III. Teil: Entwurf von Kondensatoren und Kondensator-Bauformen.
Welche Gesichtspunkte sind für den Erzeuger und den Verbraucher von Kondensatoren für die Auslegung eines Kondensator-Dielektrikums und infolgedessen für die Wahl einer bestimmten Kondensator-Bauform maßgebend? Unterteilung und konstruktiver Aufbau großer Kapazitätseinheiten. Verschiedene Ausführungsformen von Phasenschieber-, Hochspannungs- und Hochfrequenz-Kondensatoren.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten sind in der Geschäftsstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle erhältlich.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im Restaurant „Zum Schultheiss am Knie" in Berlin-Charlottenburg.

Elektrotechnischer Verein e. V.
In Vertretung:
Matthias.

Vortragsreihe

des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule

über das Thema:

„Die Operatorenrechnung und ihre Anwendung zur Lösung technischer Aufgaben."

Vortragender: Herr Präsident a. D. Professor Dr.-Ing. E. h. Dr. K. W. Wagner.

Inhaltsübersicht: Das Rechenverfahren nach Heaviside, seine strenge Begründung und Erweiterung mittels der Laplaceschen Funktionen-Transformation. Physikalische Erläuterung derselben an Hand der für elektrische Stromkreise und mechanische Schwingungsgebilde geläufigen Begriffe. Anwendung des Verfahrens zur Lösung von Aufgaben, die auf gewöhnliche Differentialgleichungen führen, bei beliebigen Anfangsbedingungen (Schwingungsgebilde mit endlich vielen Freiheitsgraden). Ausdehnung auf partielle Differentialgleichungen (kontinuierliche Schwingungsgebilde; Wellenausbreitung) und auf Differenzengleichungen (Kettenleiterartige Schwingungsgebilde). Asymptotische Entwicklungen.

Zeit: Montag abends pünktlich 18½ bis 20 Uhr, am 28. Oktober; am 4., 11., 18. und 25. November; am 2., 9. und 16. Dezember 1935.

Ort: Alter Physiksaal der Technischen Hochschule, Berlin-Charlottenburg, Berliner Str. 170—172.

Teilnehmerkarten sind zu haben:

a) im Elektrotechnischen Verein, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II; Postscheckkonto: Berlin 133 02;
b) in der Technischen Hochschule, I. Stock, Zimmer Nr. 235 (Hauptgebäude).

Der Preis für sämtliche Vorträge beträgt:

a) für Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins	8 RM,
b) für deutsche Studenten	4 „ ,
c) für andere Teilnehmer	12 „ .

Karten für einzelne Vorträge werden nicht ausgegeben.



Fest der Technik.

Die technisch-wissenschaftlichen Vereine in Berlin veranstalten

am Sonnabend, dem 2. November 1935, abends 8 h 30 m, in den Räumen des Zoologischen Gartens in Berlin

das

„Fest der Technik"

und laden hierdurch zur Teilnahme ein.

Der Reinertrag des Festes wird verwendet zum Besten der Unterstützungskassen der veranstaltenden Vereine und des Winterhilfswerks.

Anzug: Gesellschaftsanzug. Uniform.

Damenspende.

Tombola: reichhaltig.

Eintrittskarten für Vereinsmitglieder, deren Angehörige und für eingeführte Gäste kosten 5 RM, werden auf den Namen ausgestellt und können vor dem Fest durch die Geschäftsstelle der veranstaltenden Vereine bezogen werden.

Außer den Eintrittskarten werden Platzkarten ausgegeben, und zwar:

für Plätze im Marmorsaal, untere Logen . .	zu je 8 RM,
für Plätze im Marmorsaal, Tische	zu je 6 RM,
für Plätze Rote Veranda und Bankettsaal . .	zu je 2 RM,
für Plätze im Marmorsaal, obere Logen . .	zu je 1 RM.

Die Plätze im Kaisersaal, Wintergarten sowie in der Gelben und Grünen Veranda stehen sämtlich ohne Platzkarten zur Verfügung. Eintritts- und Platzkarten sind nur im Vorverkauf erhältlich. Eine Abendkasse findet nicht statt.

Die Preise verstehen sich je Platz. Bei Besuch des Festes ohne Platzkarten können keine festen Plätze freigehalten werden.

Die Karten werden gegen Barbezahlung oder Einsendung des Betrages auf das Postscheckkonto: Elektrotechnischer Verein Berlin Nr. 133 02 ausgehändigt.

Gastkarten werden bei Vermittlung von Mitgliedern des Elektrotechnischen Vereins ausgegeben.

Elektrotechnischer Verein e. V.

Der Generalsekretär:

Dr. Schmidt.

Aus dem Gau Ostpreußen.

Am 7. 10. d. J. hielt A. Droege vor dem Gau einen Vortrag über „Neuzeitliche Straßenbeleuchtung". Der Vortragende wies besonders auf die an den neuzeitlichen Schnellverkehr zu stellenden Forderungen hin und erläuterte, weshalb die Beleuchtung mit Metalldampflampen gegenüber der Beleuchtung mit Metallfadenlampen den Vorzug verdient. Einen Auszug aus dem Vortrag bringen wir auf S. 1177 dieses Heftes.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Südbaden, Freiburg. 26. 10. (Sa), 15 h: Besichtigung des Aluminiumwerks Tscheulin, Teningen.

VDE, Gau Nordmark, Kiel. 4. 11. (Mo), 20 h 15 m, Universität: „Anwendung der Akustik in Technik und Wirtschaft". Dr. Fischer.

VDE, Gau Kurpfalz, Mannheim. 25. 10. (Fr), 20 h 15 m, Vereinslokal Otto-Beck-Str. 21: „Einphasenbelastung in Drehstromnetzen". Dipl.-Ing. Fricke.

VDE, Gau Südbayern, München. 6. 11. (Mi), 20 h, T. H.: „Arbeitsförderung und Arbeitsfreudigkeit durch gutes Licht". Dir. Dipl.-Ing. Schaer.

Deutscher Verband für die Materialprüfungen der Technik (DVM), Berlin. 31. 10. (Do), 10 h, gr. Saal des Ingenieurhauses: Hauptversammlung. 1. „Die Aufgaben des DVM im Rahmen der deutschen Wirtschaft". Prof. Dr. Goerens. 2. „Prüfung warmfester Stähle". Prof. Dr. Pomp. 3. „Kritischer Vergleich der zerstörungsfreien Prüfverfahren". Dr.-Ing. Berthold. „Prüfung und Bewertung von Kunstharzpreßmassen". Dr.-Ing. Röhrs. Am Vortage, dem 30. 10., treten die Arbeitsgruppen A Metalle, C Organische Stoffe, D Sachfragen von allgemeiner Bedeutung, zu Vollsitzungen zusammen. Auskunft erteilt die Geschäftsstelle Berlin NW 7, Dorotheenstr. 40.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

G. Keinath. — Am 1. 7. 1935 feierte Prof. Dr.-Ing. Georg Keinath sein 25jähriges Dienstjubiläum bei der Firma Siemens & Halske AG., kurz vor Vollendung seines 50. Lebensjahres. Prof. Keinath ist mit der Entwicklung der deutschen Meßinstrumententechnik eng verknüpft. Durch eigene Erfindungen, durch Aufsätze und Bücher hat er diese Technik bahnbrechend beeinflußt. In dem von ihm geleiteten „Archiv für technisches Messen" schuf er eine Form für die Sammlung des Schrifttums, die sich für die Arbeit des Meßtechnikers als fruchtbar erwiesen hat. Schließlich ist Prof. Keinath auch rege an den deutschen und internationalen Gemeinschaftsarbeiten der Meßtechnik beteiligt.

Hochschulnachrichten. — Die durch den Tod von Prof. Dr. Orlich an der T. H. Berlin freigewordene planmäßige Professur für Elektrotechnik ist Herrn Prof. Karl Küpfmüller, bisher T. H. Danzig, übertragen worden.

LITERATUR.

Eingegangene Doktordissertationen.

Erich Kühn, Koronaverluste bei hoher Gleichspannung. T. H. Dresden 1934.

Rudolf Otto, Das Rauschen von Kohlemikrophonen. T. H. Dresden 1934. [Erschien auch in Hochfrequenztechn. 45 (1935) S. 187, Akadem. Verlagsges m. b. H., Leipzig.]

Heinrich Wiegand, Über die Dauerfestigkeit von Schraubenwerkstoffen und Schraubenverbindungen. T. H. Darmstadt 1933.

Hans Neidhardt, Untersuchung der Frequenzhaltung am selbstgesteuerten und selbstgeführten Parallelwechselrichter im resonanzähnlichen Zustand. T. H. Dresden 1934. [Sonderdr. aus Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 4. Komm.-Verlag Julius Springer, Berlin.]

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955 56

Abschluß des Heftes: 18. Oktober 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.



Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
56. Jahrgang Berlin, 31. Oktober 1935 Heft 44

Ein neuer Leistungstrennschalter.

Von O. **Mayr** VDE, Berlin.

621. 316. 545

Übersicht. Nachdem die Entwicklung ölloser Hochleistungsschalter im wesentlichen vollzogen war, setzte ein starker Bedarf nach gefahrlosen Hochspannungsschaltern kleinster Abschaltleistung ein. Als Leistungstrennschalter übernehmen diese die Funktion des Trennschalters und die des Abschaltens betriebsmäßiger Ströme. Die Entwicklung des Druckgasschalters hatte in den letzten Jahren zu einer Isolierdüse geführt, aus welcher neuerdings, auf dem alten Prinzip des Röhrenschalters aufbauend, der neue Leistungstrennschalter hervorging. Bei ihm wird der Lichtbogen wie beim Löschkammer- oder Druckgasschalter durch einen Gasstrom ausgeblasen. Dieser wird jedoch an der Schaltstelle durch die Verdampfung dünnster Oberflächenschichten des Löschrohres erzeugt. Der neue Leistungstrennschalter, der also keinerlei Flüssigkeits- oder Druckgasfüllung bedarf, ist zunächst für die Reihe 10 und 350 A entwickelt und eingehend untersucht worden*).

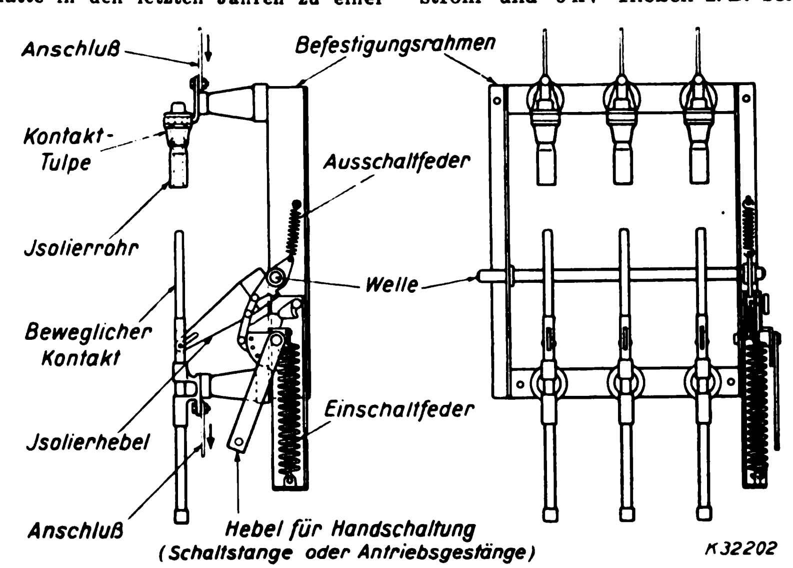


Abb. 1. Leistungstrennschalter 350 A Reihe 10, schematischer Aufbau.

I. Anforderungen an Schalter für kleine Abschaltleistungen.

Die Entwicklung der öllosen Hochspannungsschalter setzte zunächst im Gebiet mittlerer und hoher Abschaltleistungen ein, wo sich die Folgen von Ölschalterstörungen am übelsten ausgewirkt hatten. Mittlerweile hat jedoch auch ein starker Bedarf an explosions- und brandsicheren Schaltern für kleine Abschaltleistungen eingesetzt, mit welchen man einen vollbelasteten Abzweig noch sicher ein- und ausschalten kann. Die Verwendung solcher Schalter ist insbesondere durch die Entwicklung betriebssicherer und hinsichtlich ihres Raumbedarfes sehr anspruchsloser Hochleistungssicherungen erleichtert worden, welche in Reihe mit dem Schalter die Abschaltung von Kurzschlüssen übernehmen. Ebenso wie jedoch diese wenige Jahre zurückliegende Entwicklung der Hochleistungssicherung den Einbau von Schaltern kleinster Abschaltleistung erst in größerem Umfang möglich gemacht hat, haben auch die reichen, beim Bau ölloser Hochleistungsschalter gesammelten Erfahrungen dazu beigetragen, für den Leistungstrennschalter selbst eine Lösung zu finden, welche den besonderen Anforderungen der Praxis an einen solchen Schalter in weitestem Maße erfüllt.

Wenn man vor der Frage steht, ob man für einen Abzweig einen gewöhnlichen Hochleistungsschalter mit Trennschalter wählen soll oder ob man einen als Trennschalter ausgebildeten Schalter kleiner Leistung und Sicherungen nimmt, so wird einmal die durch den Abzweig fließende Leistung und außerdem die Schalthäufigkeit den Ausschlag geben. Über einen Abzweig für 600 A Betriebsstrom und 6 kV fließen z. B. bei 50 % Benutzungsdauer jährlich 27 Mill kWh. Sowohl das darin umgesetzte Kapital als auch die in einem solchen Fall zu verlangende äußerste Betriebsbereitschaft, insbesondere nach Störungsfällen, werden hier die idealere technische Lösung verbunden mit einer angemessenen Aufsicht und Wartung auch wirtschaftlich rechtfertigen. Umgekehrt wird es jedoch bei kleineren Abzweigen sowohl im Interesse des Abnehmers als auch im Interesse des Stromlieferers liegen, die festen Anschlußkosten dem kleineren Energieumsatz anzupassen und dafür mit einer technisch weniger idealen, aber einfacheren und billigen Anordnung auszukommen. Da die Betriebssicherheit trotzdem in keiner Weise leiden darf, ergibt sich sogleich, daß auch diese Lösung die durch den gegenwärtigen Stand der Schalttechnik gegebenen Möglichkeiten in jeder Weise ausnutzen muß.

Eine weitere zusätzliche Anforderung an den Leistungstrennschalter, der gerade bei kleinen Abnehmern Anwendung finden soll, lautet: wenig und einfache Wartung und Bedienung, auch durch ungeschultes Personal. Viel mehr noch als beim Hochleistungsschalter steht also hier die Forderung nach Einfachheit vornan. Insbesondere scheiden deshalb alle Fremdstrom oder Druckluft verlangenden Bauarten und Antriebe zugunsten des einfachen Handantriebes ganz aus. Auch flüssige Löschmittel, wie Öl und Wasser, sind nicht als ideal zu bezeichnen. Sie erfordern, von anderen Unannehmlichkeiten abgesehen, eine ständige Wartung, welche zudem durch die geringe, leicht verdunstende oder ausrinnende Löschmittelmenge und durch die Miniaturausführung der Flüssigkeitsstandzeiger sehr erschwert wird. Da man beim Einbau des heute noch teilweise zu Unrecht so benannten Leistungstrennschalters einen besonderen Trennschalter ersparen will, muß der Leistungstrennschalter neben seinen Eigenschaften als Leistungsschalter auch allen vom VDE für einen

*) Mitteilung aus dem Hochleistungs-Versuchsfeld der AEG.



Trennschalter gestellten Anforderungen entsprechen. Neben der erhöhten Prüfspannung zwischen den Klemmen des geöffneten Schalters verlangt insbesondere die Sicherheit des Personals, welches an dem abgeschalteten Abzweig arbeiten muß, daß keine unmittelbaren Kriechwege zwischen den Klemmen des geöffneten Schalters vorhanden sind.

II. Wirkungsweise und Aufbau des neuen Leistungstrennschalters.

Die Entwicklung des Druckgasschalters führte in den letzten Jahren bekanntlich dazu, bei höheren Spannungen, d. h. umgekehrt auch bei nicht ungewöhnlich hohen Stromstärken, an Stelle der ursprünglichen Kontaktdüsen vor den Tulpenkontakt eine Düse aus Isolierstoff zu setzen.

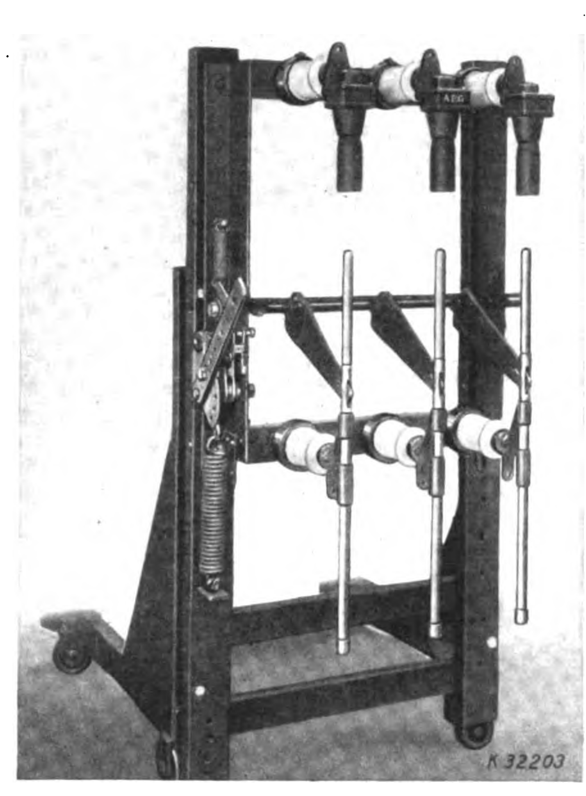
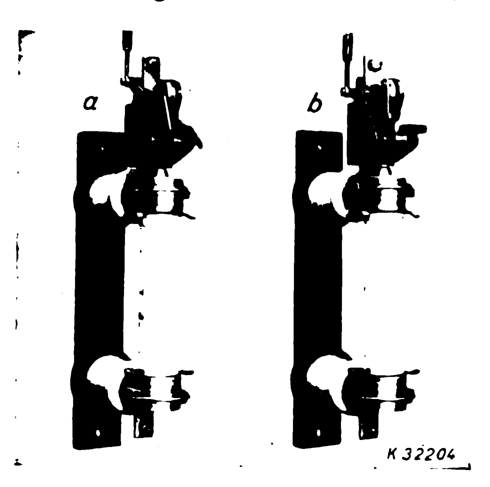


Abb. 2. Leistungstrennschalter 350 A Reihe 10, auf Versuchsgestell aufgebaut.

Diese hat den Vorteil, daß der Lichtbogen auf eine größere Länge beblasen wird, ohne daß er in radialer Richtung an metallische Teile getrieben und dadurch wieder kurzgeschlossen werden kann. Es war damit möglich geworden, im Bereich kleinerer Ströme mit mäßigen Drücken und mit kleinen Düsendurchmessern, d. h. folglich auch geringen Luftmengen, relativ hohe Schaltleistungen zu erzielen. In dieser Entwicklung spielte ferner der Werkstoff eine große Rolle, da es ja darauf ankam, Isolierdüsen zu bauen, welche eine Berührung durch den Lichtbogen vertragen konnten, ohne, wie z. B. die meisten keramischen Isolierstoffe, bei hohen Temperaturen leitend zu werden oder, wie bakelithaltige Isolierstoffe, gutleitende Kohlekriechwege zu bilden. Die Erfahrungen mit Löschkammerböden in Öl und in Wasser ließen sich hier nur teilweise ausnutzen, da ja beim Luftschalter die schützende Flüssigkeitsschicht zwischen Lichtbogen und festem Isolierstoff ganz fehlt. Es zeigte sich jedoch bald, daß es eine Anzahl meist organischer Isolierstoffe gibt, welche, obwohl sie an sich bei hohen Temperaturen nicht mehr hitzebeständig sind, doch wenige Halbperioden lang dem Hochstrom-Lichtbogen standhalten und nach wie vor eine gute Oberflächenisolation behalten. Der Grund hierfür ist insbesondere die niedrige Verdampfungstemperatur dieser Isolierstoffe. Wenn der Lichtbogen ihre Oberfläche berührt, verdampft eine dünne Oberflächenschicht, wodurch der Lichtbogen von der Oberfläche weggedrückt und diese gekühlt wird. Es kommt ferner darauf an, daß diese Verdampfung bei wenigen hundert Grad einsetzt und keinerlei leitende Rückstände hinterläßt, eine Forderung, die tatsächlich von bestimmten Isolierstoffen restlos erfüllt wird.

Diese Erfahrungen vom Druckgasschalterbau waren eine Grundlage für weitere Versuche, welche zeigten, daß die durch die Verdampfung geringer Oberflächenschichten in der Isolierdüse entstehenden Gase unter günstigen Bedingungen selbst ausreichen, den Lichtbogen zu löschen. Von der druckgasbeblasenen Isolierdüse führte so der Weg wieder zu einem Schaltersystem, das schon um die Jahrhundertwende im Begriff war von sich reden zu machen,



a Sicherung durchgeschmolzen, das Abschmelzkennzeichen hat ausgelöst *b* neue Sicherungspatrone

Abb. 3. Hochleistungssicherung mit Kennzeichenauslösung und thermischer Auslösung.

nämlich zum System des Röhrenschalters. Es würde hier zu weit führen, alle Versuche anzuführen, welche gemacht werden mußten, um die beste Kontakt- und Düsenform des neuen Leistungstrennschalters der Reihe 10 zu finden, dessen grundsätzlicher Aufbau in Abb. 1 wiedergegeben ist, während Abb. 2 eine Ansicht zeigt. Der Schalter entspricht in seinem konstruktiven Aufbau ganz der Wandtype des Druckgasschalters, der im Grunde genommen einen Schubtrennschalter mit runden Kontaktstangen und einer Vorrichtung zum Ausblasen des Lichtbogens darstellt. Beim Leistungstrennschalter besteht nun diese Löschvorrichtung nur noch aus einem kurzen Rohr eines systematisch weiter entwickelten Isolierstoffes, in welches die Kontaktstange durch ein trichterförmiges Mundstück genau passend eingeschoben wird. Bei jeder Ausschaltung verdampft $^{1}/_{1000}$ bis $^{1}/_{100}$ mm von der Oberfläche der Innenseite dieser Schaltröhren, und diese geringen Gasmengen reichen aus, Ströme von wenigen Zehntelampere bis zur Nennstromstärke von 350 A auszuschalten. In diesem Bereich können, wie die im nächsten Abschnitt geschilderten Versuche ergaben, so viele Abschaltungen gemacht werden als die Kontakte überhaupt aushalten. Sind diese zu stark verbrannt, so werden gleichzeitig mit ihnen auch die einfachen und billigen Isolierrohre durch neue ersetzt. Die Schaltstangen selbst sind hohl und leicht. Sie werden in der Ausschaltstellung so weit nach unten gezogen, daß zwischen den Kontaktspitzen und dem unteren Rand der Isolierrohre die in den VDE-Vorschriften festgelegte freie Lufttrennstrecke von 125 mm erreicht ist. Die Isolierrohre selbst sind vollständig unhygroskopisch und behalten ihre volle Isolierfestigkeit auch an der Oberfläche noch nach vielen Lastschaltungen.

Um den Schalter in jedem Fall, auch von ungeschultem Personal, mit der richtigen Geschwindigkeit ein- und aus-



zuschalten, ist an dem Rahmen, auf welchen die sechs Stützisolatoren und die Lager der Schalterwelle aufgesetzt sind, eine kleine Schnellschaltvorrichtung angebaut. Unten greift die größere Einschaltfeder an, welche mit einem Hub des Antriebhebels gespannt und dann im beliebigen Zeitpunkt entklinkt wird. Sie schnellt den Schalter in die Einstellung und spannt gleichzeitig auch die kleinere Ausschaltfeder, so daß der Schalter sofort wieder für die Ausschaltung bereit ist. Sowohl dieser Antrieb als auch die Isolierhebel zum Antrieb der Kontaktstifte und deren Führungen sind in jeder Beziehung erprobt und zusammen viele tausendmal geschaltet worden.

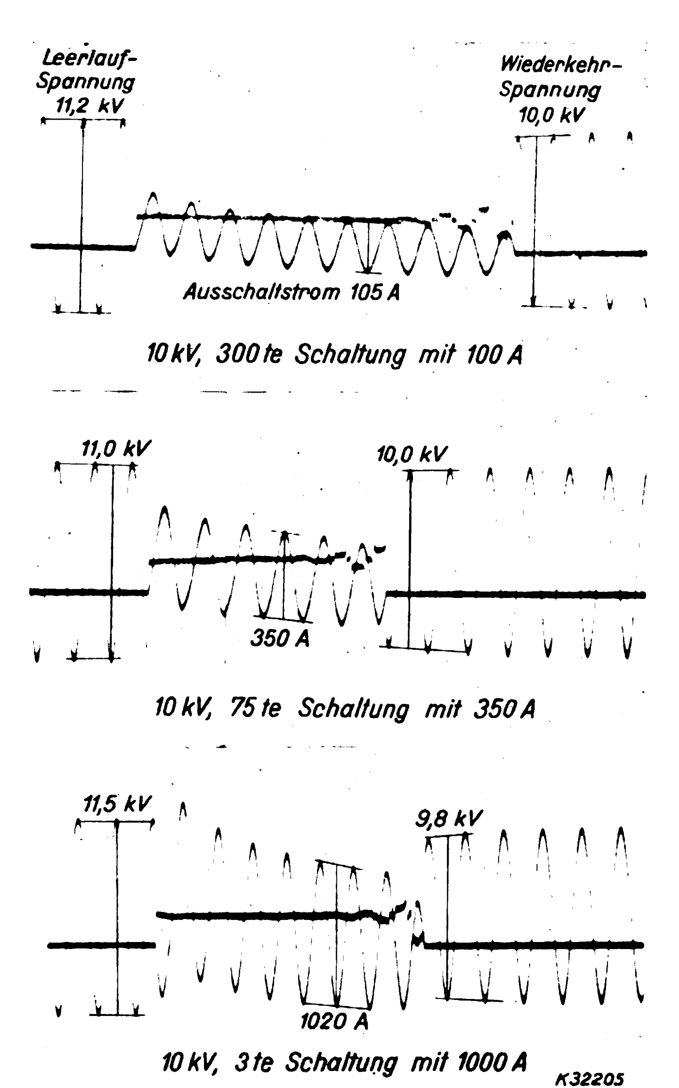


Abb. 4. Ausschalt-Oszillogramme.

Die Auslösung kann auch selbsttätig erfolgen. Wenn der Schalter auch nicht in der Lage ist, Kurzschlüsse auszuschalten, so ist er doch imstande, Ströme bis zu 1000 A, d. h. den dreifachen Nennstrom, zu unterbrechen. Der Anwendung von Überstromauslösern, insbesondere von thermischen Auslösern, steht demnach nichts im Wege. Ferner kann der Schalter selbsttätig ausgelöst werden, wenn die vorgeschalteten Sicherungen, auch nur in einer Phase, durchgeschmolzen sind. Die neuen Abschmelzkennzeichen der HS-Hochleistungssicherungen[1]) sind dementsprechend bereits so ausgebildet worden (Abb. 3), daß ein aus der Sicherungskappe hervorstoßender Stift genügend Kraft entwickelt, um die Verklinkung des Leistungstrennschalters (oder auch die eines veralteten und zu klein gewordenen Leistungsschalters) zu lösen.

[1]) Vgl. K. A. Lohausen, AEG-Mitt. Nov. 1935.

III. Versuche.

Infolge der einfachen Handhabung und des geringen Materialverschleißes, selbst im Fall eines Stehlichtbogens, konnten mit dem Leistungstrennschalter verhältnismäßig umfangreiche Schaltversuche durchgeführt werden. Neben 10 000 Leerschaltungen sind rd. 2000 Lastschaltungen mit Strömen von wenigen Zehntelampere bis zu 1000 A durchgeführt worden. Von letzteren entfielen etwa die Hälfte auf Vorversuche. Mit dem fertigen Schalter selbst wurden insbesondere zur Feststellung der ohne Kontaktwechsel möglichen Schalthäufigkeit nochmals 1000 Lastschaltungen durchgeführt. Abb. 4 zeigt drei Oszillogramme aus diesen Versuchsreihen. Mit Ausnahme einiger Versuche, welche ergaben, daß auch leerlaufende Leitungen bis zum höchsten im Versuchsfeld erreichbaren Ladestrom von 60 A leicht abzuschalten sind, wurden alle Versuche mit $\cos \varphi =$ 0,1 und einer wiederkehrenden Spannung von 10 bis 11,5 kV durchgeführt. Die Lichtbogendauer betrug hierbei vier bis fünf, bei ganz kleinen Strömen auch bis sechs Halbperioden. Ohne Auswechslung der Kontakte und der Schaltröhren konnten in diesem ungünstigsten Fall 300 Ausschaltungen mit 100 A, 75 Ausschaltungen mit 350 A oder 3 Ausschaltungen mit 1000 A durchgeführt werden. Man kann also im ungünstigsten Fall damit rechnen, daß der Schalter bei einmaliger täglicher Schaltung mit Strömen zwischen 100 und 350 A etwa ein Jahr ohne besondere Wartung oder Auswechslung von Kontakten im Betrieb sein kann. Im praktischen Betrieb kann man darüber hinaus meist damit rechnen, daß gerade bei voller Belastung der Abzweige einerseits seltener geschaltet wird und anderseits dann der $\cos \varphi$ wesentlich höher ist und damit die Lichtbogendauer und der Kontaktverschleiß wesentlich kleiner sind. Ebenso werden die wiederkehrende Spannung und damit ebenfalls Lichtbogendauer und Kontaktverschleiß sehr viel kleiner, wenn der abgeschaltete Abzweig noch über eine zweite Leitung mit dem Netz verbunden bleibt oder eigene Generatoren oder Synchronmotoren die Spannung am abgeschalteten Netzteil noch aufrechterhalten. Wenn es so ein großes Anwendungsgebiet gibt, wo dieser neue Leistungstrennschalter in anspruchsloser Weise lange Zeit ohne Nachfüllung von Löschmitteln oder Auswechslung von Kontakten seinen Dienst tun wird, so ist es doch wichtig, auch seine Grenze zu kennen. Für Anlagen, wo täglich oder stündlich mehrmals ein schwerer Antriebsmotor oder ein großer Schmelzofen geschaltet werden muß, wird man, auch wenn sonst die Vorbedingungen für einen Leistungstrennschalter gegeben wären, nach wie vor beim Druckgasschalter oder beim Ölschalter mit Klotzkontakten bleiben müssen, welche beide viele tausend Schaltungen mit dem vollen Nennstrom ohne Kontaktauswechslung aushalten.

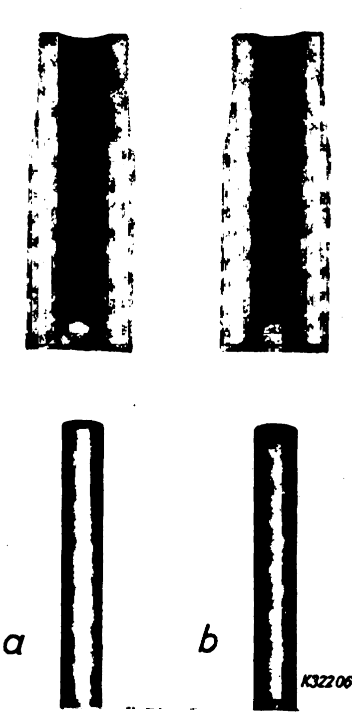


Abb. 5. Schaltröhre und Kontaktstift a) vor und b) nach 300 Ausschaltungen mit 100 A.

Abb. 5 zeigt je eine Schaltröhre und einen Kontaktstift vor und nach einer größeren Versuchsreihe mit 300 Schal-

tungen bei 100 A. Wenn auch auf der Innenseite der Schaltröhre ein leichter Beschlag zurückbleibt, so werden doch bei jeder Schaltung die Rückstände früherer Schaltungen herausgeblasen, so daß sich eine stärkere Schmutzschicht nie bilden kann. Stellt man eine solche Röhre am Ende einer langen Versuchsreihe zwischen zwei waagerechte Plattenelektroden, so findet man, daß der Überschlag, häufig außen, bei genau derselben Spannung erfolgt wie bei einer neuen Röhre oder einem gleich langen Porzellanrohr. Die beim Ausschalten entstehenden, noch aus dem Rohr herauskommenden Flammen und Geräusche sind, verglichen mit der Druckgasdüse, so gering, daß auf besondere Kühlvorrichtungen und Schalldämpfer verzichtet werden konnte. Im übrigen treten diese heißen Gase aus den Schaltröhren in genau begrenzten Strahlen aus, so daß bis zu 350 A Ausschaltstrom auch auf Trennwände zwischen den Phasen verzichtet werden konnte. Bei höheren Strömen empfiehlt es sich, die nach der Abschaltung unter Spannung bleibenden Zuleitungen möglichst an die oberen Anschlüsse anzuschließen. Es braucht kaum besonders betont zu werden, daß dieser neue Schalter auch im Falle eines Versagers nicht gefährlicher ist als ein gewöhnlicher Trennschalter. Der einzige Unterschied besteht ja in den Isolierröhren. Der darin mögliche Druck und insbesondere der Rauminhalt ihrer Bohrung sind so gering, daß selbst ein Zerspringen dieser Rohre keinen Schaden anrichten kann.

IV. Ausblick.

Es mag schließlich angebracht sein, einen kurzen Ausblick auf das weitere Anwendungsgebiet der beschriebenen, mit dem Druckgasschalter sehr verwandten Schaltergattung zu tun. Es darf als allgemein anerkannt gelten, daß der Druckgasschalter das Löschproblem vollkommen gelöst hat. Es ist aber richtig, daß für die Aufgaben des Mittelleistungsschalters in Ausläuferstationen selbst der normale Ölschalter mit Fernbetätigung schon als zu umständlich abgelehnt wird. Handeinschaltung sowie primäre Überstromauslösung gelten als diejenigen Formen, welche ein Mindestmaß an sachverständiger Wartung verlangen. Es gibt verschiedene Wege, den Gedanken des Druckgasschalters auf diese Aufgabe anzuwenden. Beispielsweise hat man vorgeschlagen, durch einen Federkraftspeicher im Augenblick der Auslösung Druckluft innerhalb eines kleinen Kompressionszylinders zu erzeugen. Die erreichbaren Leistungen überschreiten jedoch nicht den dem Leistungstrennschalter zugewiesenen Bereich. Das Gebiet des Mittelleistungsschalters könnte dieser Bauart vielleicht dadurch erschlossen werden, daß die Abschaltung in Stufen über kurzzeitig zwischengeschaltete Widerstände erfolgt. Man darf jedoch hier nicht übersehen, daß die Praxis in anderem Zusammenhang von der Kombination von Schaltern und Widerständen abgekommen ist. Ein anderer Weg, die Vorzüge des Druckluftschalters auszunutzen, ohne auf Fremdbeblasung angewiesen zu sein, besteht darin, die nach Art eines Druckluftschalters ausgebildete Löschstelle mit dem Blasstrom der in der Umgebung einer Hilfsschaltstelle erhitzten Luftmenge zu beschicken. Dieses für Überspannungsableiter erstmalig vorgeschlagene, in Amerika auch wiederholt für Schalter empfohlene Verfahren wird an Einfachheit noch von dem bei der neuen Bauart des Leistungstrennschalters bereits angewandten Verfahren der Druckgaserzeugung übertroffen. In der Tat ist es möglich, durch eine zweckdienliche Ausgestaltung von dessen Unterbrechungsstelle auch einen Mittelleistungsschalter zu schaffen, der im Gebiet kleiner und großer Ströme gleich gut arbeitet und daher berufen sein kann, die für das Gebiet der Ausläuferschalter bestehende Lücke auszufüllen.

Zusammenfassung.

Durch die Weiterentwicklung der im Druckgasschalterbau zutage getretenen Ideen und Erfahrungen ist ein Leistungstrennschalter entstanden, der keinerlei Flüssigkeits- oder Druckgasfüllung bedarf und bei aller Anspruchslosigkeit hinsichtlich Einbau und Wartung bei 10 kV Nennspannung Ströme bis zu 1000 A abschalten kann. Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß dieser neue Schalter im Versuchsfeld in jeder Hinsicht den allgemeinen und besonderen Anforderungen entsprochen hat, welche man mit Fug und Recht an einen solchen Schalter stellen kann. Er ist insbesondere in Verbindung mit der Hochleistungssicherung in vielen Fällen berufen, die Bau- und Betriebskosten kleiner Ortsstationen und die Anschlußkosten von Hochspannungsabnehmern sowohl durch seinen geringen Preis als auch durch die geringen Ansprüche hinsichtlich seines Raumbedarfes und seiner Feuersicherheit herabzusetzen.

Die Bedeutung der Groß-Elektrowärmegeräte für Technik und Wirtschaft.

Von Dr.-Ing. C. T. Buff VDE, Berlin.

(Fortsetzung von S. 1148.)

621. 364/367

Hauptanwendungsgebiete der Groß-Elektrowärmegeräte.

Um die Vielseitigkeit der Elektrowärme in ihrem heutigen Entwicklungszustand zu beleuchten, seien eine Anzahl Anwendungsfälle vorgeführt.

Als erste Anwendungsgruppe sollten die **Elektrowärmegeräte mit ausgesprochenen Heizzwecken** gelten, also diejenigen zur Erwärmung von Luft und Flüssigkeiten und zur Dampferzeugung.

Elektrische Lufterhitzer baut man meist in derselben Anordnung, wie sie bei Dampf-Lufterhitzern bekannt ist (Abb. 2). Um trotz geringer Abmessungen große Heizleistungen zu erreichen, erzeugt man mit Hilfe eines elektrisch betriebenen Lüfters hohe Geschwindigkeiten in der Anwärmkammer; der einzige Unterschied zwischen dem dampfgeheizten und elektrisch geheizten Gerät besteht darin, daß die Anwärmkammer statt der Dampfschlangen Widerstandsheizkörper enthält. Die elektrischen Lufterhitzer können vorteilhaft sein, wenn die örtlichen Verhältnisse Dampfanlagen nicht zulassen, oder wenn auf schnelle Betriebsbereitschaft und auf Vermeidung von Kondensationsverlusten in den Betriebspausen Wert gelegt wird.

Warmwasserheizanlagen werden allgemein in der Weise elektrisch betrieben, daß man an Stelle des für gewöhnlich üblichen koksgeheizten Kessels einen elektrischen Flüssigkeitserhitzer anordnet und das Verteilungs-

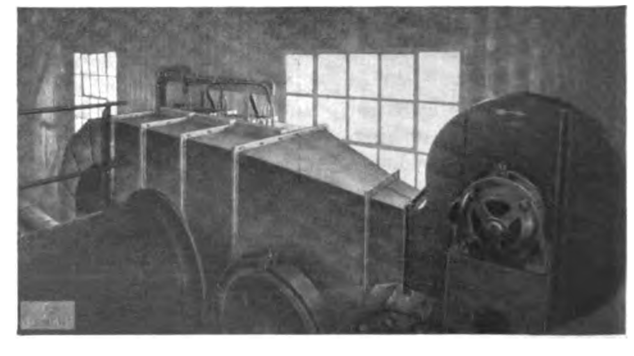


Abb. 2. Elektrischer Lufterhitzer, 145 kW, zur Heizung einer Förderbrücke.

system im übrigen unverändert läßt. Der Flüssigkeitserhitzer wird entweder mittelbar durch in den Wasserraum eingeführte Rohre mit trocken eingebetteten Widerständen geheizt oder unmittelbar, indem man das Wasser zwischen unter Spannung stehenden Elektroden hindurchbewegt, so daß es unmittelbar durch den Stromdurchgang erwärmt wird; im letzteren Falle spricht man von Elektrodendurchlauferhitzern. Bei reichlicher Bemessung der Durchlauferhitzer selbst und Anordnung entsprechend großer zusätzlicher Warmwasserbehälter kann man die benötigte Heizwärme ganz zur Zeit der Belastungstäler des Stromverbrauchs, also hauptsächlich während der Nachtzeit und der Mittagspause erzeugen. Eine durch ihre Größe bemerkenswerte Ausführung ist die mit zwei Durchlauferhitzern von je 3000 kW betriebene Warmwasserheizung der städtischen Bibliothek in Manchester, bei deren architektonischer Gestaltung die Wahl der elektrischen Heizung Schornsteine entbehrlich gemacht hat.

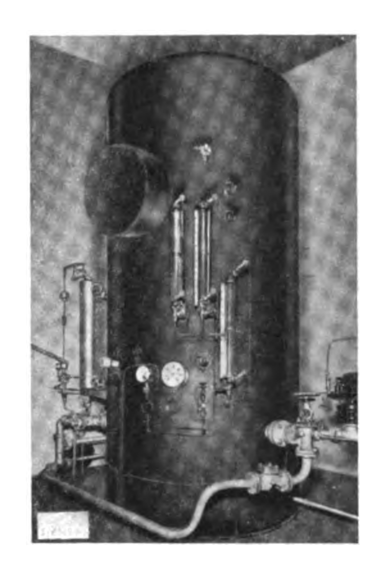
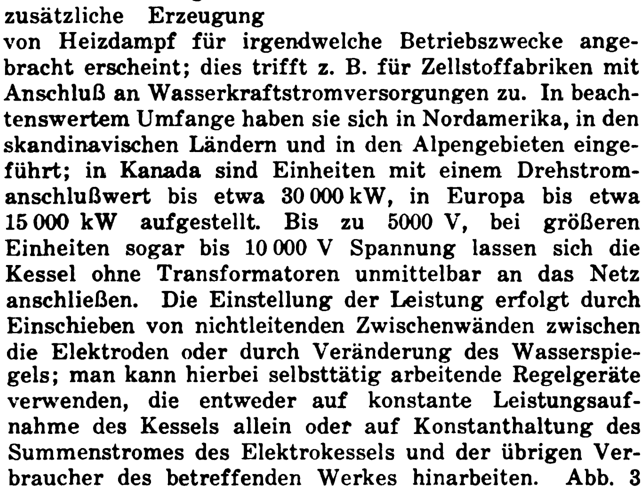
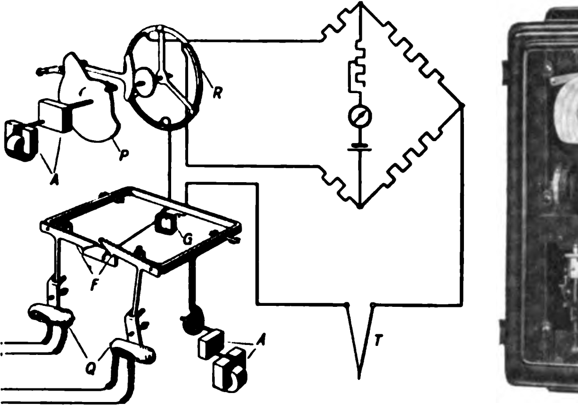


Abb. 3. Hochspannungs-Elektroden-Dampfkessel, 15 000 kW, Drehstrom 5000 V, 15 at.

Elektrodampfkessel, die sich von den Durchlauferhitzern im Aufbau nicht grundsätzlich unterscheiden, werden gleichfalls für allgemeine Heizzwecke verwandt, wenn der geforderten Temperaturen wegen mit Warmwasser nicht auszukommen ist und deshalb Dampf benötigt wird. Sie finden daher unter anderem für Wäschereien und Krankenhäuser (Sterilisationsapparate) Verwendung. Auch in Industriebetrieben sind große Elektrodampfkessel aufgestellt worden, und zwar in Fällen, wo elektrische Energie billig zur Verfügung steht, so daß ihre Ausnutzung für zusätzliche Erzeugung von Heizdampf für irgendwelche Betriebszwecke angebracht erscheint; dies trifft z. B. für Zellstoffabriken mit Anschluß an Wasserkraftstromversorgungen zu. In beachtenswertem Umfange haben sie sich in Nordamerika, in den skandinavischen Ländern und in den Alpengebieten eingeführt; in Kanada sind Einheiten mit einem Drehstromanschlußwert bis etwa 30 000 kW, in Europa bis etwa 15 000 kW aufgestellt. Bis zu 5000 V, bei größeren Einheiten sogar bis 10 000 V Spannung lassen sich die Kessel ohne Transformatoren unmittelbar an das Netz anschließen. Die Einstellung der Leistung erfolgt durch Einschieben von nichtleitenden Zwischenwänden zwischen die Elektroden oder durch Veränderung des Wasserspiegels; man kann hierbei selbsttätig arbeitende Regelgeräte verwenden, die entweder auf konstante Leistungsaufnahme des Kessels allein oder auf Konstanthaltung des Summenstromes des Elektrokessels und der übrigen Verbraucher des betreffenden Werkes hinarbeiten. Abb. 3 zeigt einen großen nach Norwegen gelieferten Elektrodampfkessel.





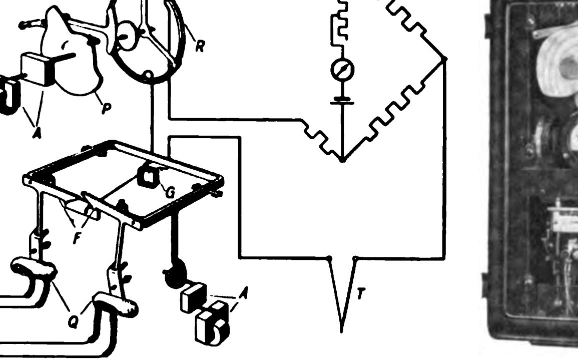


Abb. 4. Programmregler mit Leitkurvenmechanismus.

Bei den elektrischen Schweißgeräten mit Widerstandserhitzung spricht man bekanntlich je nach der Art, wie die Schweißung räumlich angesetzt wird, von Punktschweißung[1]) (Herstellung einzelner punktförmiger Verbindungen zwischen übereinanderliegenden Blechen), Nahtschweißung (Herstellung einer zusammenhängenden Naht zwischen übereinanderliegenden Blechen) und Stumpfschweißung[2]) (Aneinanderfügen von Blechen oder Profilen Querschnitt an Querschnitt).

Da die Widerstandsschweißmaschinen einphasig arbeiten, ist man genötigt, bei größeren Leistungen zur Verhütung stark einseitiger Belastung der Netzphasen Umformer aufzustellen.

Während bei der Widerstandsschweißung die Schweißverbindung durch Stoff der zu verbindenden Körper selbst gebildet wird, erfolgt bei der Lichtbogenschweißung eine Zufuhr von Fremdstoff in Form eines Schweißdrahtes. Den Strom entnimmt man mit Rücksicht auf die beim Ziehen des Lichtbogens auftretenden Kurzschlüsse und aus Unfallverhütungsgründen nicht dem Netz unmittelbar, sondern Schweißumformern oder Schweißtransformatoren mit niedriger Spannung und stark abfallender Stromspannungscharakteristik. Will man in der Lage sein, an beliebigen Stellen in Werkstätten und auf Bauplätzen arbeiten zu können, so macht man die Umformer und Transformatoren fahrbar; für bleibend eingerichtete Schweißereien werden dagegen ortsfest aufgestellte Maschinensätze bevorzugt, die dann in der Regel für die Versorgung einer größeren Anzahl von Schweißstellen ausgerüstet werden[3]). Für sich häufig wiederholende Arbeiten hat man im Interesse der Gleichmäßigkeit des Ausfalls und der Unabhängigkeit von den Zufälligkeiten der Bedienung Schweißautomaten entwickelt, bei denen der Nachschub der Elektrode und ihre Führung längs der Schweißnaht selbsttätig geschieht[4]). Solche Automaten haben sich insbesondere bei der Massenherstellung, z. B. beim Schweißen langer Nähte an Rohren und an schwierigen Profilen, eingeführt.

Dank der zunehmenden Erfahrungen hinsichtlich der Beherrschung des Schweißvorganges und der Auswahl des Schweißmaterials hat sich das Vertrauen in die Zuverlässigkeit der Lichtbogenschweißung mehr und mehr befestigt, so daß sie heute in weitestem Ausmaße Anwendung findet und selbst für die Verbindung hochbeanspruchter Konstruktionsteile unbedenklich anstatt der Nietung benutzt wird. Im Behälterbau werden jetzt Rohre, Kessel und dickwandige Gefäße auch für hohe Drucke elektrisch geschweißt. Im Maschinenbau ist durch die Möglichkeit des Aufbaus von verwickelten Konstruktionsteilen aus geschweißten Blechen die Verwendung von Gußeisen und Stahlguß stark zurückgedrängt worden. Dies ist zum Teil auf die größere Freiheit der Formgebung zurückzuführen, die den Konstrukteuren vielfach gänzlich neue Wege erschlossen hat. Fast noch wichtiger sind aber die sekundären Auswirkungen der Elektroschweißung, wie namentlich die Verkleinerung der Modellager, die Gewichtsverminderungen der Werkstücke und die damit zu-

[1]) ETZ 56 (1935) H. 10, S. 311.
[2]) ETZ 56 (1935) H. 1, S. 17.
[3]) ETZ 54 (1933) S. 657.
[4]) ETZ 54 (1933) S. 658.



sammenhängenden Einsparungen an Beförderungskosten und Zollaufwendungen, und schließlich die Abkürzung der Lieferzeiten sowie die Verminderung des Terminrisikos für Besteller und Lieferer infolge der Unabhängigkeit von den Gießereien mit ihrer hohen Ausschußgefahr. Als Anwendungsbeispiele seien aus dem allgemeinen Maschinenbau die Grundrahmen und Ständer von Werkzeugmaschinen erwähnt, aus dem Fahrzeugbau Lokomotivfahrgestelle, aus dem Elektromaschinenbau Motoren- und Generatorengehäuse. Auch im Hoch- und Brückenbau hat man mit bestem Erfolg die Nietverbindungen durch Schweißverbindungen zu ersetzen vermocht. Durch Fortfall der Überlappungen und der Laschen- und Knotenpunktverbindungen läßt sich erheblich an Material und Gewicht sparen; die stetige Übertragung der Kräfte mittels der langen zusammenhängenden Schweißnähte vermeidet die Gefahren, die sich aus allmählicher Lockerung der örtlich stark beanspruchten Nieten ergeben können. Bei Schiffen kommt zu diesen Vorteilen noch hinzu, daß die bei elektrischer Lichtbogenschweißung erreichbaren völlig glatten Formen merklich verminderte Reibungswiderstände des Unterwasserteils ergeben. Als Anhalt für die praktische Bedeutung der Elektroschweißung gerade im Schiffbau sei erwähnt, daß gegenüber genieteten Schiffen Gewichtsersparnisse möglich sind, welche für einzelne größere Bauteile, wie z. B. Querschotten, bis zu 20 %, für den vollständigen Schiffsrumpf bis etwa 10 % und für das Gesamtgewicht des fertig ausgerüsteten Schiffes je nach der Schiffstype etwa 4 bis 8 % ausmachen, und die man nach Belieben für größere Nutzlast, höhere Geschwindigkeit oder gesteigerten Aktionsradius ausnutzen kann.

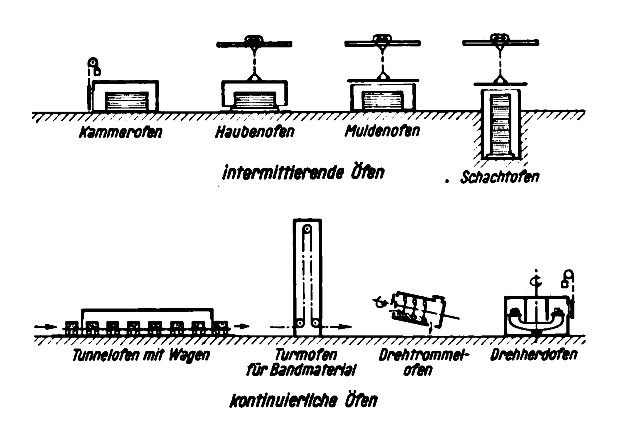


Abb. 5. Grundsätzliche Anordnungen von elektrischen Widerstandsöfen.

Das Anwendungsgebiet der Gruppe der elektrisch geheizten Warmbehandlungsöfen umfaßt einen großen Teil von Industrie und Gewerbe. Aus den kleinen Kammer- und Salzbadöfen für Werkzeughärtung, in denen sich bis vor etwa einem Jahrzehnt der Widerstandsofenbau im wesentlichen erschöpfte, haben sich mittlerweile stattliche Gebilde mit Längen von 50 m und mehr und Anschlußleistungen bis über 1000 kW entwickelt, welche zur Erfüllung hoher technologischer Ansprüche den Verhältnissen der einzelnen Bedarfsfälle genau angepaßt und mit hochwertigen Temperaturregeleinrichtungen ausgestattet sein müssen.

Man baut Öfen mit intermittierender Arbeitsweise, welche mit Ware beschickt, hochgeheizt und dann entweder sofort oder auch erst nach einer durch die Materialeigenschaften bedingten Abkühlzeit wieder entleert werden, und solche mit kontinuierlicher Arbeitsweise, bei denen die Temperaturen jeder einzelnen Stelle konstant gehalten werden und der Ablauf des gewollten thermischen Vorganges mittels der Hindurchbewegung der Ware durch die verschieden warmen Stellen des Ofens zustandekommt. Dem Diagramm „Temperatur über Zeit" des intermittierenden Ofens entspricht also das Diagramm „Temperatur über Länge" des kontinuierlichen Ofens. Beim intermittierenden Ofen vermag man mit Hilfe selbsttätiger sogenannter Programmregler mit austauschbaren Kurvenscheiben das jeweils gewünschte Diagramm „Temperatur über Zeit" willkürlich festzulegen (Abb. 4); beim kontinuierlichen Ofen erreicht man die entsprechende Wirkung, indem man den Raum der Länge nach in eine größere Zahl von Heizabschnitten einteilt, deren jeder von einem Regler mit nach Wahl eingestelltem Sollwert für sich gesteuert wird. Der Vorzug der intermittierenden Öfen liegt in ihrer Anpassungsfähigkeit an wechselnde Anforderungen, der Vorzug der kontinuierlichen Öfen in ihrer großen Leistungsfähigkeit, welche sie besonders für Zwecke der Massenherstellung geeignet macht.

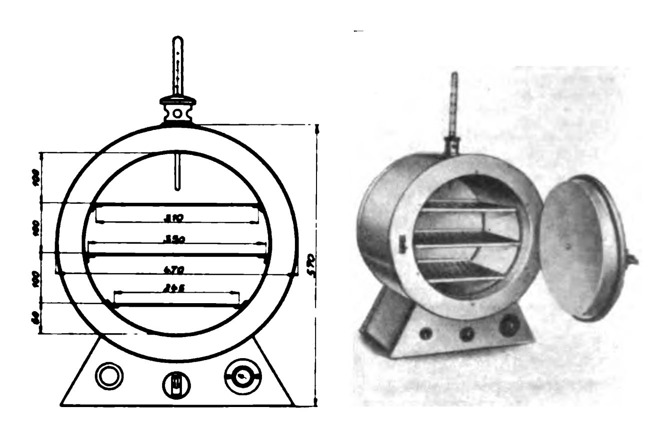


Abb. 6. Runder Trockenschrank, selbstregelnd von 40 ° bis 220 °, 360 mm Dmr., 250 mm tief, 0,45 kW.

Hinsichtlich der Ausführungsformen (Abb. 5) sind bei den intermittierenden Öfen zu unterscheiden die Kammeröfen, bei welchen das Material von einer an der Stirnseite liegenden Türöffnung aus eingeschoben oder eingefahren wird, die Haubenöfen, bei denen das Material auf einer Sockelplatte aufgeschichtet und dann durch eine darübergestülpte Heizhaube erwärmt wird, und endlich die Mulden- und Schachtöfen, bei welchen das Material von oben in den mulden- bzw. schachtförmigen Ofenraum hinabgesenkt und dann durch einen oben aufgesetzten Deckel abgeschlossen wird.

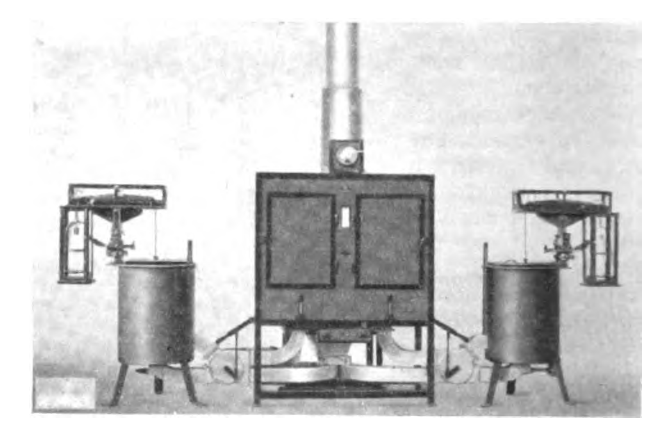


Abb. 7. Elektrische Konditionier-Anlage, 10 kW.

Bei den kontinuierlichen Öfen, die auch Wander- oder Durchlauföfen genannt werden, spricht man bei waagerechter Anordnung von Tunnelöfen, bei senkrechter Anordnung von Turmöfen; die Hindurchbeförderung unregelmäßig geformten Materials erfolgt mit Hilfe von Wagen oder endlosen Förderbändern und -ketten, während bei gleichmäßigem Material Durchstoß- und Rollöfen (z. B. für rechteckige und zylindrische Blöcke) und Durchziehöfen (für Drähte und Bänder) Verwendung finden können. Weiter seien noch die Trommelöfen für

stückige Stoffe und Kleinteile erwähnt, die um eine waagerechte oder annähernd waagerechte Achse umlaufen und das Material in Schraubenlinien vom Beschikkungsende zum Auswurfende weiterrutschen lassen. Endlich gibt es die Ringherdöfen, auch Drehherdöfen genannt, bei welchen die Ware auf eine karussellartige ringförmige Platte gelegt wird und nach Beendigung eines Umlaufs den Ofen in der Nähe der Beschickungsstelle wieder verläßt.

Aus der Fülle der Anwendungsmöglichkeiten seien nunmehr einige Beispiele gebracht, und zwar beginnend mit dem Bereich der niedrigeren Temperaturen. Hier sind zunächst die Anwärm- und Trockenöfen für die verschiedensten Zwecke, insbesondere in der chemischen und Lebensmittelindustrie zu erwähnen. Abb. 6 zeigt einen kleinen Laboratoriumsofen. Abb. 7 gibt eine Trockenanlage wieder, die zur sogenannten Konditionierung dient, d. h. zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes von Wollproben; da es zur Vermeidung von Differenzen zwischen Lieferer und Abnehmer auf eine einwandfreie Feststellung des zu verrechnenden Gewichtes der stark hygroskopischen Wolleballen ankommt, hat man für diese Konditionierung internationale Vereinbarungen getroffen und im Interesse möglichst genauer Arbeitsweise elektrisch arbeitende Geräte eingeführt. Aus der gewerblichen Anwendung seien elektrische Backöfen für Großbäckereien und elektrische Großküchen für Gaststättenbetriebe als Beispiele erwähnt.

Viel zur Einführung gelangt sind die elektrisch betriebenen Lacktrockenöfen, die sich durch ihre Sauberkeit und Betriebssicherheit und durch den Fortfall chemischer Einwirkungen auf das Lackmaterial, wie sie bei Brennstofföfen vorkommen können, auszeichnen. Aus demselben Grunde haben sich auch die elektrisch geheizten Öfen zum Emaillieren von Geschirr, Badewannen und ähnlichen Dingen mit Schmelzemaille gut bewährt, welche bereits in den Bereich der höheren Temperaturen hinüberleiten.

(Schluß folgt.)

Ein neuer Verstärker für Elektronenstrahl-Oszillographen.

Von **Manfred von Ardenne** VDE, Berlin.

621. 396. 645 : 621. 317. 755

Übersicht. Nach einem Hinweis auf die sehr weitgehenden Forderungen, die an einen Verstärker für Elektronenstrahloszillographen gestellt werden müssen, werden Schaltung und Aufbau einer neuen Verstärkereinheit besprochen, die diesen Anforderungen gerecht wird. Ein Frequenzumfang von 7 Zehnerpotenzen ist das besondere Merkmal der Einheit.

Die Fortschritte auf dem Gebiet der Elektronenstrahloszillographen, insbesondere die Steigerung der Schreibgeschwindigkeit durch Vergrößerung der Fleckhelligkeit sowie die Entwicklung von Meßröhren mit Hochvakuum zielen darauf hin, den Schwachstromoszillographen zur Aufzeichnung hochfrequenter Vorgänge brauchbar werden zu lassen. Diese Entwicklung ist logisch, denn gerade in der grundsätzlichen Eignung für Hochfrequenzuntersuchungen liegt einer der Hauptvorteile der Elektronenstrahloszillographen gegenüber den wesentlich trägeren mechanischen Oszillographen. Schon bei außerordentlich vielen Aufgaben der Niederfrequenztechnik, noch mehr aber bei Arbeiten im Gebiet der Mittel- und Hochfrequenzen stehen nur Spannungen von Bruchteilen eines Volt zur Verfügung. Da die Ablenkempfindlichkeit heutiger Elektronenstrahleinrichtungen in der Größenordnung von 0,1 bis 1 mm/V liegt, können Spannungen dieser Größenordnung nicht unmittelbar oszillographiert werden. Will man Fluoreszenzschirmbilder oder Oszillogrammbreiten erhalten, die den ganzen Fluoreszenzschirm und infolgedessen die bei der Röhre mögliche Schreibschärfe ausnutzen, so sind Ablenkspannungen von einigen 100 V notwendig. Bereits in früheren Veröffentlichungen hat der Verfasser auf die Zweckmäßigkeit des Einsatzes von aperiodischen Verstärkern zur Empfindlichkeitserhöhung hingewiesen[1]) und die Bedingungen angegeben, die an einen Oszillographenverstärker im besonderen zu stellen sind[2]).

Abb. 1. Schematische Schaltung eines Verstärkers für Elektronenstrahl-Oszillographen mit Gegentaktausgang und für einen Frequenzbereich von 0,5 bis 10^6 Hz (0,2 Hz bis $2{,}10^6$ Hz bei neueren Ausführungen).

Die Anforderungen an einen Oszillographenverstärker.

Ein Verstärker zur Empfindlichkeitssteigerung von Elektronenstrahloszillographen muß nicht nur den erforderlichen Verstärkungsgrad besitzen, der sich aus dem Quotienten von Aussteuerspannung der Braunschen Röhre und zur Verfügung stehender Meßspannung berechnet, sondern darf vor allen Dingen keinerlei Verzerrungen der Kurvenform des jeweiligen Spannungsverlaufes entstehen lassen. Die Anforderungen, die an einen ganz allgemein verwendbaren Oszillographenverstärker gestellt werden müssen, sind sehr viel größer, als sie bei dem Verstärkerbau für elektroakustische und hochfrequenztechnische Zwecke für gewöhnlich gestellt werden. Sie gehen sogar noch über die bereits sehr weitgehenden Forderungen hinaus, die in der neuzeitlichen Fernsehtechnik gestellt werden.

Verzerrungen des Oszillogrammes durch den Verstärker können durch Frequenzabhängigkeiten, Phasendrehungen und durch Aplitudenabhängigkeiten entstehen. Fehler durch Frequenzabhängigkeiten und Phasendrehungen sind nur dann nicht gegeben, wenn der Verstärker ein und denselben Verstärkungsgrad bei allen Frequenzen besitzt, die in dem Oszillogramm als Komponenten enthalten sind. Bei fast allen Meßaufgaben, die heute mit Schwach-

[1]) ETZ 50 (1929) S. 1620.

[2]) M. von Ardenne, Die Kathodenstrahlröhre und ihre Anwendung in der Schwachstromtechnik, Abschnitt „Empfindlichkeitssteigerung durch Verstärker"; Berlin: Julius Springer 1933.

strom-Elektronenstrahloszillographen bearbeitet werden, sind Frequenzkomponenten unter 1 Hz und Frequenzkomponenten über 10^6 Hz sehr selten. Ein Verstärker, der in diesem weiten Frequenzbereich gleichbleibende Verstärkung aufweist, dürfte daher in Verbindung mit Oszillographen umfassend verwendbar sein.

Oszillogrammverzerrungen durch Amplitudenabhängigkeiten sind aus naheliegenden Gründen in erster Linie in der letzten und vorletzten Stufe zu befürchten. Diese beiden Stufen müssen so ausgebildet sein, daß die obenerwähnte, zur Durchsteuerung der Elektronenstrahlröhren notwendige Wechselspannung unverzerrt abgegeben werden kann.

Die gleichzeitige Erfüllung der verschiedenen aufgeführten Forderungen war nur durch eine Sonder-Verstärkerkonstruktion möglich. Die Hauptmerkmale dieser Konstruktion, die im Zusammenhang mit Entwicklungsarbeiten auf dem Fernsehgebiet entstanden ist, sollen im folgenden besprochen werden.

Schaltung und Aufbau des Oszillographenverstärkers.

Die Schaltung eines Oszillographenverstärkers für den Frequenzbereich von 0,5 Hz bis 10^6 Hz ist in Abb. 1 schematisch dargestellt. An der Verstärkung beteiligt sind hier 5 Schirmgitterröhren hoher Steilheit. Der sehr hohe Leistungsbedarf für den Betrieb der 5 Stufen wird von einem Netzteil befriedigt, der eine doppelte Stabilisierung der Spannungen durch Glimmstreckenteiler enthält. Erst durch die gewählte Schaltung konnte der Einfluß langsamer Netzspannungsschwankungen, trotz des hohen Verstärkungsgrades bei sehr tiefen Frequenzen (0,3 bis 10 Hz) völlig beseitigt werden. Die verbleibende Störspannung an der Ausgangsseite bleibt stets unter 1 % bis 1½ % der unverzerrt aussteuerbaren Amplitude.

Durch die Anwendung von mehreren Glimmstreckenstabilisatoren und verschiedene, erkennbare Schaltmaßnahmen wird die Rückkoppelung über den inneren Widerstand der Stromquelle so weit abgeschwächt, daß der Verstärker keine Neigung zu Relaxationsschwingungen besitzt. Die Zeitkonstante $W_1 \cdot C_1$, $W_5 \cdot C_5$ usw. der Gitterkoppelungskreise beträgt 20 s. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, diese Zeitkonstante noch größer zu wählen und damit den Frequenzbereich in Richtung langsamer Frequenzen wesentlich über 0,5 Hz zu erweitern. Hiervon wurde jedoch aus zwei Gründen abgesehen:

1. Die Koppelungskapazitäten werden in ihren Abmessungen zu umfangreich und vergrößern die Kapazität des Schaltungsaufbaues kritisch stark, so daß die obere Frequenzgrenze des Verstärkers ungünstig verschoben wird.
2. Die Rücksichtnahme auf den Verlauf der Verstärkungskurve bei hohen Frequenzen zwingt dazu, die Röhren, insbesondere die Endröhren des Verstärkers voll auszunutzen, d. h. stark zu belasten. Bei langsamen Schwingungen von unter etwa 0,2 Hz genügt die Temperaturträgheit der Röhrenelektroden, insbesondere der Gitter nicht mehr, um einen Temperaturmittelwert über die ganze Periodendauer zu halten. Vielmehr zeigt es sich, daß während derjenigen Periode, wo das Gitter der Endröhre nur schwach negativ wird, die Elektroden zu glühen beginnen, während einige Sekunden später in der anderen Periodenhälfte eine unnötig starke Abkühlung der Elektroden stattfindet. Aus diesem Grunde wurde von der Wahl noch größerer Zeitkonstanten für die Gitterkoppelungen und auch von der Einführung einer Entzerrungsschaltung in Richtung tiefer Frequenzen abgesehen.

Der Widerstand W_2 ändert den Arbeitspunkt auf der in der ersten Stufe benutzten Exponentialröhre. Ein Elektrolytkondensator von 1000 μF Kapazität dient zu seiner kapazitiven Überbrückung bis in den Bereich tiefster Frequenzen. Durch kapazitätsarmen Aufbau und geeignete Führung der Abschirmung sind die verschiedenen Röhren- und Schaltungskapazitäten, insbesondere die Teilkapazität Gitter—Anode äußerst klein gehalten. Die gesamte Scheinkapazität liegt in der Größenordnung von 35 cm. Zum Ausgleich des Verstärkungsverlustes infolge der Scheinkapazität sind in den Anodenkreisen der verschiedenen Stufen in Reihe mit ohmschen Widerständen kleine Selbstinduktionen geschaltet. Diese Selbstinduktion ist zusammen mit dem ohmschen Widerstand so gewählt, daß bei dem angegebenen Scheinkapazitätswert eine gleichbleibende Verstärkung bis zu etwa 10^6 Hz gewährleistet ist. Die Endstufe wird durch Schirmgitterröhren neuerer Bauart mit getrennt herausgeführtem Gitter (Belastbarkeit je 10 W) gebildet.

Die Gegentaktschaltung in der Endstufe wurde auch noch aus folgenden Gründen gewählt: Sie bietet einen bequemen Weg zur Verdoppelung der unverzerrt abgebbaren Spannungsamplitude. Auf diesen Weg kann nicht verzichtet werden, da mit Rücksicht auf die hohen Frequenzen auch in der Endstufe nur kleine Anodenwiderstände möglich sind, die nur kleine Wechselspannungsabfälle liefern. Nicht zuletzt ist, insbesondere für Hochvakuum-Elektronenstrahlröhren, die Zuführung symmetrischer Ablenkspannungen Voraussetzung für scharfe Fluoreszenzflecke bei hohen Auslenkungen. Die zur Steuerung der Symmetriestufe notwendige Spannung wird, wie Abb. 1 zeigt, am Anodenwiderstand der Hauptstufe abgegriffen. Auch dieser Kreis ist so kapazitätsarm aufgebaut und bemessen, daß eine Phasendrehung im Gebiet höchster Frequenzen noch nicht eintritt.

Verstärkung
1200
800
400
0
10^4 10^5 10^6 Hz
Entzerrung mit / ohne

Abb. 2. Verlauf der Frequenzkurve einer älteren Einheit im Gebiet hoher Frequenzen mit und ohne Entzerrung.

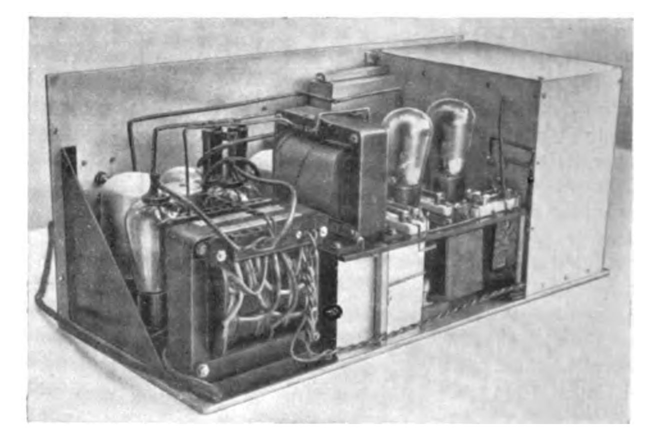


Abb. 3. Rückansicht der Versuchsausführung des Verstärkers.

Eine wichtige Aufgabe haben die Kondensatoren C_7 und C_{11} zu erfüllen. Sie sind so bemessen, daß erst im Gebiet von Frequenzen über 10^5 Hz die zur Vorspannungserteilung vorgesehenen Kathodenwiderstände mehr oder weniger überbrückt werden. Als Folge der kapazitiven Überbrückung tritt eine Zunahme der Verstärkung ein, die je Stufe bis zu 50 % betragen kann. Die durch Entzerrungskondensatoren und Kathodenwiderstände gebildete Zeitkonstante wird 1,5- bis 3mal so groß gewählt wie die aus schädlicher Kapazität und Anodenwiderstand folgende Zeitkonstante. Die durch diese Kapazitäten bewirkte Verstärkungszunahme in Richtung hoher Frequenzen verbessert die Frequenzkurve erheblich, wie die Messung Abb. 2 beweist.

Ein Versuchsaufbau des beschriebenen Oszillographenverstärkers ist aus Abb. 3 und 4 ersichtlich. Deutlich ist in Abb. 4 die gewählte kennzeichnende Anordnung der Schirmgitterstufen erkennbar, die jeweils kürzeste Verbindungsleitungen zwischen Anode einer Stufe und Gitter der folgenden Stufe sichert. Die Teilkapazität Gitter—Anode ein und derselben Stufe bleibt bei diesem Aufbau so klein, daß sie den Verlauf der Verstärkungskurve nicht beeinflußt.

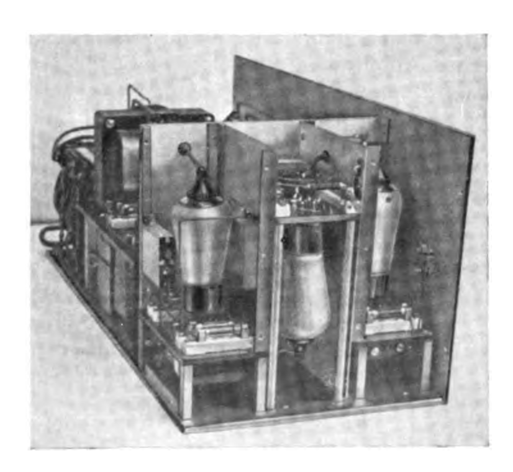


Abb. 4. Blick auf die kapazitätsarme Anordnung der Schirmgitterstufen.

Die Verstärkungskurve des Verstärkers Abb. 3 und 4 ist in Abb. 5 gezeigt. Von 0,5 Hz bis fast 10^6 Hz besitzt der Verstärker einen gleichbleibenden Spannungsverstärkungsgrad von etwas über 1000. Die Änderung der Ablenkspannung an der Ausgangsseite, die unverzerrt durchlaufen wird, ist 500 V, so daß auch bei Kathodenstrahlanordnungen mit geringer Ablenkempfindlichkeit (höherer Anodenspannung) eine ausreichende Oszillogrammbreite gewährleistet ist.

Verstärkungsgrad und Frequenzumfang dürften dem beschriebenen Gerät[3]) einen weiten Anwendungsbereich eröffnen. Auch für physiologische Untersuchungen kann die besprochene Einheit gute Dienste leisten. Zwar reicht hier der Verstärkungsgrad[4]) noch nicht ganz aus, doch gelingt es durch Vorschalten eines 1- bis 2stufigen Gleichstromverstärkers, der für sich noch stabil beherrschbar

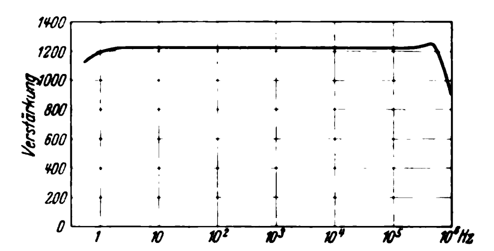


Abb. 5. Die Verstärkungskurve der Versuchsausführung des Oszillographenverstärkers.

ist, den erforderlichen hohen Gesamtverstärkungsgrad zu sichern, ohne daß die bekannten Nachteile reiner Gleichstromverstärkung gegeben sind. Der weite Frequenzumfang in Richtung hoher Frequenzen dürfte für die Untersuchung von Einschwingvorgängen an Leitungen, Kabeln (z. B. Fernsehkabeln), für ballistische Arbeiten und für eine große Anzahl anderer Aufgaben mit sehr schnell veränderlichen Vorgängen ebenfalls sehr willkommen sein.

Zusammenfassung.

Der neue Verstärker für Elektronenstrahl-Oszillographen liefert eine gleichbleibende Spannungsverstärkung von 2000 (1200 bei einer gemessenen, älteren Ausführung) in dem Frequenzbereich von 0,2 Hz bis etwa $2 \cdot 10^6$ Hz. Die unverzerrt an der Ausgangsseite durchlaufene Spannungsänderung beträgt 500 V, so daß eine genügende Oszillogrammbreite auch in Verbindung mit unempfindlichen Elektronenstrahl-Oszillographen erreichbar ist. Im Interesse symmetrischer Betriebsweise des Ablenksystemes der Braunschen Röhre ist die Endstufe in Gegentakt geschaltet. — In einer Sonderausführung für den Frequenzumfang von 0,2 bis $2 \cdot 10^4$ Hz beträgt die erreichte Spannungsverstärkung 10^5.

[3]) Bei der Herstellung des neuen Oszillographenverstärkers werden von der Leybold- und von Ardenne-Oszillographen-Gesellschaft, Köln, die Verstärkerpatente der Siemens & Halske AG. mit Genehmigung dieser Firma mitbenutzt.

[4]) Anmerkung bei der Korrektur:
Seit der Niederschrift ist durch eine Reihe von Verbesserungen der Spannungsverstärkungsgrad auf 2000 gebracht und der Beginn des Verstärkungsabfalles in Richtung hoher Frequenzen auf etwa $2 \cdot 10^6$ Hz und in Richtung tiefer Frequenzen auf 0,2 Hz verlegt worden. Weiterhin ist für ausgesprochene Niederfrequenzuntersuchungen eine Sonderausführung entwickelt worden, die bei einem Frequenzumfang von 0,2 bis $2 \cdot 10^4$ Hz eine Spannungsverstärkung von 10^5 aufweist.
Die unverzerrt an der Ausgangsseite durchlaufene Änderung der Ablenkspannung beträgt bei diesem zweiten, ebenfalls aus dem Lichtnetz betriebenen Gerät 700 V.

Stromrichter für Hochstromanlagen.

Von **K. Baudisch** und **W. Leukert**, Berlin.

(Schluß von S. 1143.)

621. 314. 652. 022 : 621. 357. 2

Transformatorschaltungen.

Je nach Art und Größe der Hochstromanlage sind verschiedene Gesichtspunkte maßgebend für die Wahl der Transformatorschaltung und für die Anordnung der Gefäße[2]). Diese sehr wichtigen Gesichtspunkte sind die zulässige Welligkeit des Stromes auf der Gleichstromseite und die Rückwirkung des Stromrichters auf das Drehstromnetz hinsichtlich Oberwellenströme und Blindleistung[3]). Für Elektrolyseanlagen besitzt der von Sechsphasengleichrichtern abgegebene Gleichstrom bereits eine genügend geringe Welligkeit, so daß besonders bei Anlagen mit geringem Regelbereich meistens höhere Phasenzahlen nicht erforderlich werden. Anders verhält es sich hinsichtlich der Belastung des Drehstromnetzes durch die Oberwellenströme von Stromrichteranlagen mit geringer Phasenzahl.

Die Ordnungszahlen der Oberwellen, die Stromrichter gegebener Phasenzahl erzeugen, sind durch die Beziehung gegeben:

$$\nu = n\,p \pm 1,$$

wobei n jede beliebige ganze Zahl und p die Phasenzahl des Stromrichters bedeutet. Aus der Gleichung geht hervor, daß mit steigender Phasenzahl das Frequenzband der Oberwellen immer stärkere Lücken aufweist. Gleichzeitig ist dabei zu beachten, daß mit steigender Phasenzahl auch die

[2]) L. Lebrecht, ETZ 56 (1935) H. 35, S. 957, H. 36, S. 987.
[3]) Jungmichl, ETZ 52 (1931) S. 171. — Meyer-Delius, BBC-Nachr. 20 (1933) S. 3. — Leukert, Siemens-Z. 13 (1933) S. 172.



Ordnungszahl der ersten entstehenden Oberwelle wächst und, wie aus der Beziehung für die Amplitude

$$A_\nu = 1/\nu\, A$$

hervorgeht, worin A_ν die Amplitude der ν-ten Oberwelle, A die der Grundwelle ist, auch die Amplitude der Oberwellen entsprechend ihrer Ordnungszahl herabgeht.

Die häufigst ausgeführte Schaltung mit Stromrichtern ist die Sechsphasenschaltung mit Saugdrosselspule. Diese Schaltung hat den Vorteil, daß die Zahl und Brenndauer der gleichzeitig arbeitenden Anoden verdoppelt wird. Dadurch wird die Anodenbelastung auf die Hälfte verringert bei gleichzeitig gesteigerter Ausnutzung des Transformators. Wenn die Stromrichterleistung einen größeren Anteil der Netzbelastung ausmacht, können durch die bei dieser Schaltung auftretenden 5. und 7. Stromharmonischen zusätzliche Beanspruchungen für Leitungen, Transformatoren und Maschinen auftreten, die dazu führen können, die Ausnutzbarkeit der Kraftübertragung herabzusetzen. Die Beanspruchungen des Netzes durch Oberwellenströme können besonders dann unangenehm werden, wenn die Kapazitäten von Freileitungen oder Kabeln mit den Netzinduktivitäten Resonanzzustände für bestimmte Oberwellen bilden. Aus diesem Grunde wird man bei Großstromrichteranlagen Anordnungen vorziehen, denen die einfache Sechsphasenschaltung zugrunde liegt, die aber auf das Netz wie eine Schaltung höherer Phasenzahl zurückwirken. Die gebräuchlichste hiervon ist die Zwölfphasenanordnung, bei der nur noch die 11. und 13. Stromoberwelle und die entsprechenden Vielfachen auftreten. Nur in seltenen Fällen wird man zur 24-Phasen-Schaltung greifen müssen, falls man mit der 11. oder 13. Oberwelle in die Nähe der Eigenfrequenz der Kraftübertragung kommt, während die 23. und 25. praktisch schon so weit gedämpft werden, daß sie den Netzbetrieb nicht mehr stören.

Einige aus diesen Erwägungen heraus entwickelte Schaltungen, denen stets die einfache Sechsphasenschaltung mit Saugdrosselspule zugrunde liegt, sind in Abb. 4 dargestellt.

Bei der ersten Schaltung arbeiten zwei sechsphasige Stromrichteranlagen parallel, bei denen die Sechsphasensterne durch Zickzackschaltung der Primärwicklung um 30° el. gegeneinander verschoben werden. Durch diese gegenseitige 30°-Drehung der Anodenspannungssysteme werden die Oberwellenströme 5. und 7. Ordnung so gegeneinander verschoben, daß sie sich im resultierenden Netzstrom aufheben. Wie Abb. 4 zeigt, ergänzen sich die beiden verschiedenen primären Stromformen zu einer Zwölfphasenstromform.

Bei der Schaltung 2 wird die gegenseitige Verdrehung der Sechsphasensysteme um 30° durch Zickzackschaltung der Sekundärwicklungen erzielt. Der Strom in der gemeinsamen Primärwicklung zeigt dieselbe Kurvenform wie der resultierende Netzstrom der Anordnung 1. Bei dieser Schaltung wird also schon in der Primärwicklung des Zwölfphasentransformators nur ein Zwölfphasenstrom fließen. Durch die Induktivitäten des Netzes werden die theoretischen Amplitudenwerte der Oberwellenströme, die man aus der Treppenkurve errechnet, weitgehend verringert.

Die Schaltung 2 gestattet außerdem bei Parallelschaltung einer weiteren gleichen Gruppe durch gegenseitiges Verdrehen um 15° el. auf einfache Weise die Herstellung einer 24-Phasenschaltung, wie sie in der Schaltung 3 dargestellt ist. Die Verdrehung der beiden 12phasigen Gruppen gegeneinander kann durch Zickzackschaltung der Primärwicklungen ausgeführt werden oder durch Anordnung von Zusatztransformatoren, die den Stromrichtertransformatoren nach Schaltung 2 vorgeschaltet werden.

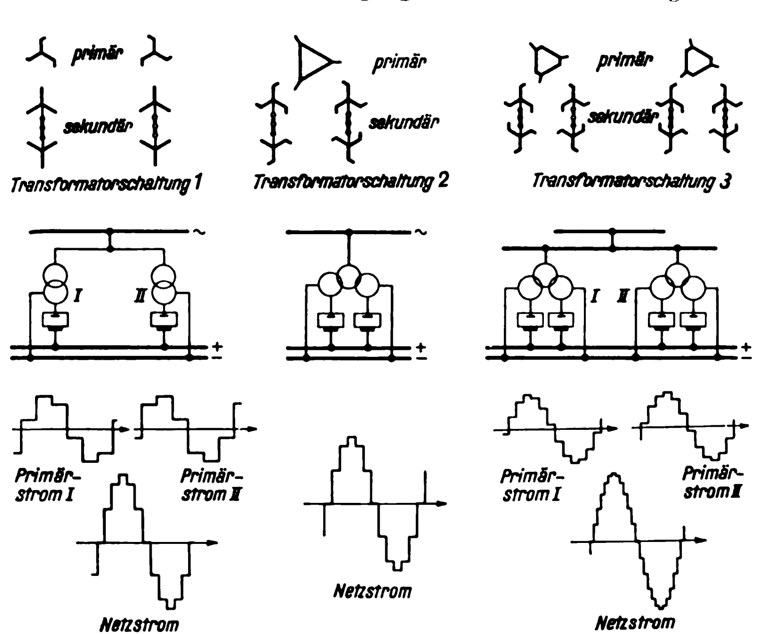


Abb. 4. Transformatorschaltungen von Stromrichteranlagen.

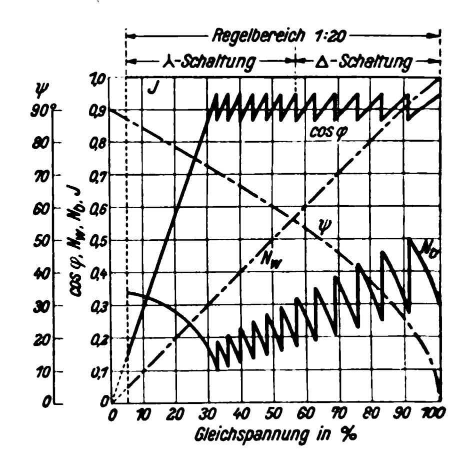


Abb. 5. Spannungsregelung bei einem konstanten mittleren cos φ.

Man wird Großstromrichteranlagen so einfach wie nur möglich und mit geringstem Aufwand zu bauen versuchen, so daß man kaum über die Zwölfphasenschaltung bei Erstellung von Neuanlagen hinausgehen dürfte, da durch die erhöhte Phasenzahl die Transformatoren verteuert werden. Man hat verschiedene Mittel an der Hand, falls man mit einer Oberwelle in die Nähe der Resonanzfrequenz des Netzes gelangt, noch nachträglich eine Verminderung der Oberwellen zu erreichen, und zwar durch Anordnung von Schwingungskreisen, die die betreffenden Oberwellen mehr oder weniger kurzschließen, durch Wahl einer um ein Geringes verschiedenen Aussteuerung parallel arbeitender Stromrichtergruppen[4]) und schließlich durch Anordnung der schon erwähnten Zusatztransformatoren.

Für die Auswahl der Schaltung und Anordnung von Großstromrichteranlagen ist noch die primäre Blindleistung maßgebend. Die Blindleistung ist abhängig von dem Grad der Aussteuerung, mit dem die Stromrichteranlage betrieben wird, also von der erforderlichen Spannungsregelung. Bekanntlich ist der primäre Leistungsfaktor durch das Verhältnis der geregelten Spannung zur Spannung bei voller Aussteuerung gegeben. Damit ist auch die bei der Regelung auftretende Blindleistung bestimmt, wenn der Verlauf der Wirkleistung in Abhängigkeit von der Regelung bekannt ist. Diese Abhängigkeit ist durch die

[4] Leukert, VDE-Fachberichte 1934, S. 103.

Widerstandscharakteristik der Verbraucher gegeben. Bei gewissen Verbrauchern, z. B. bei Schmelzflußelektrolysen, geht die Leistung bei betriebsmäßiger Regelung linear mit der Spannung zurück und wird null, wenn die Gegenspannung erreicht ist. Bei anderen, z. B. wäßrigen Elektrolysen, sinkt der Widerstand der Bäder stärker als die Spannung und dementsprechend auch die Leistung. Auf jeden Fall ist die Kenntnis der Widerstandscharakteristik des Verbrauchers für die Auslegung der Stromrichteranlagen von größter Bedeutung, da sie die Mittel zur Spannungsregelung und Leistungsfaktorverbesserung festlegt.

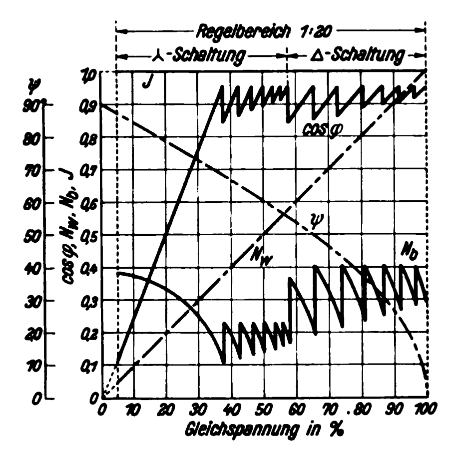
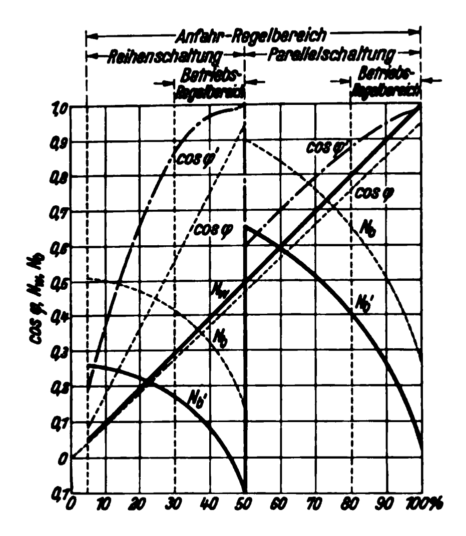


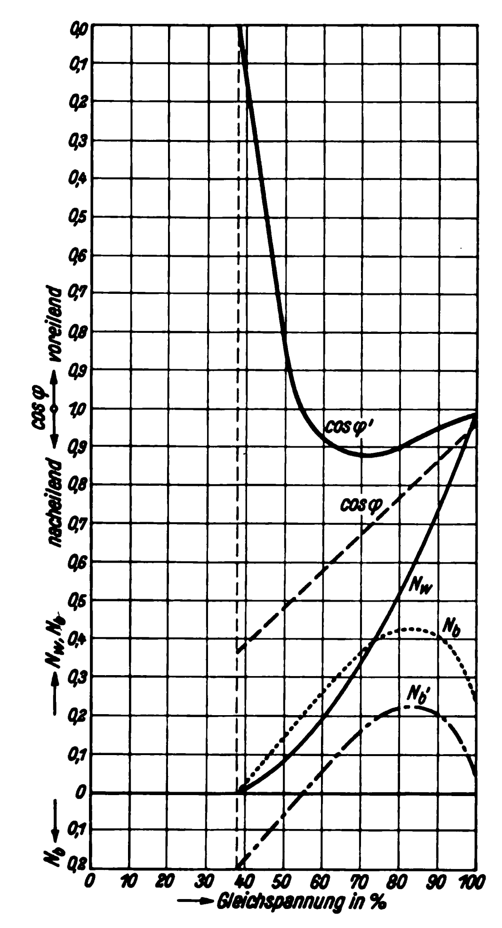
Abb. 6. Spannungsregelung bei konstanter Blindleistung.



Verbesserung des cos φ durch Kondensatoren
cos φ-Verlauf ohne Kondensatoren
cos φ'-Verlauf mit Kondensatoren

Abb. 7. Spannungsregelung.

Für die erste Gruppe der Verbraucher, die mit konstantem Strom arbeiten, verwendet man zweckmäßig einen grobgestuften Transformator mit Anzapfungen und führt die Feinregelung mit Hilfe der Gittersteuerung aus. Um die Stufenzahl der Primärwicklung des Transformators zu beschränken und damit eine möglichst einfache Ausführung des Transformators zu erhalten, wird man zwei Grundstufen durch Sterndreieckschaltung oder Reihenparallelschaltung der Primärwicklungen vorsehen und die Zwischenstufen nach den durch Tarife oder sonstigen Anschlußbedingungen gegebenen Werten wählen. So zeigt Abb. 5 die Regelung einer Stromrichteranlage auf konstanten Leistungsfaktor unter Zuhilfenahme der Sterndreieckumschaltung der Primärwicklung. Man sieht, daß mit Hilfe von fünf Anzapfungen in Verbindung mit der Sterndreieckumschaltung 12 Spannungsstufen erreichbar sind und daß der Leistungsfaktor der Anlage nicht unter den Wert 0,87 betriebsmäßig innerhalb eines Regelbereiches von rd. 1 : 3 zu sinken braucht. Für das Anfahren der Bäder spielt die Verschlechterung des Leistungsfaktors durch Herabregeln der Spannung nur mit Hilfe der Gittersteuerung keine Rolle, da ja die Wirkleistung N_w und die Blindleistung N_b auf Werte herabgehen, die für den Betrieb der Anlage bedeutungslos sind, wie aus dem Verlauf der eingetragenen Blindleistung N_b hervorgeht.



Leistungsfaktorverbesserung durch Kondensatoren
cos φ-Verlauf ohne Kondensator
cos φ'-Verlauf mit Kondensator

Abb. 8. Spannungsregelung bei wäßrigen Elektrolysen.

Ähnlich zeigt das Diagramm der Abb. 6 die Verhältnisse für die gleiche Regelungsart nur unter der Voraussetzung einer konstanten Blindleistungsentnahme im betriebsmäßigen Regelbereich. Es ist hier angenommen, daß die Blindleistung 40 % der Wirkleistungsaufnahme nicht überschreiten soll, und dementsprechend ergibt sich der in Abb. 6 eingetragene Verlauf des Leistungsfaktors. Es ist ersichtlich, daß auch bei dieser Regelung, die nur wenige Anzapfungen am Transformator benötigt, der Leistungsfaktor kaum Werte unter 0,85 annimmt. Bei Verbrauchern, die mit konstantem Strom arbeiten und bei denen der betriebsmäßige Regelbereich nicht größer als 20 % ist, kann man auf die Anzapfungen am Transformator verzichten und die Stromregelung nur mit der Gittersteuerung ausführen, wenn man zur Verbesserung des Leistungsfaktors eine Kondensatorbatterie vorsieht. Bei einem Regelbereich von etwa 20 % kann man durch eine Kondensatorbatterie, deren Leistung etwa 25 % der Wirkleistung beträgt, den Leistungsfaktor so verbessern, daß er innerhalb dieses Regelbereiches den Wert von 0,88 nicht unterschreitet, wie es in Abb. 7 dargestellt ist. Diese Regelung wird man dort

anwenden müssen, wo die Betriebsbedingungen eine selbsttätige Stromregelung vorschreiben. Bei einer solchen Anordnung werden Kontakte hoher Beanspruchung, die unter Strom schalten müssen, vermieden und obendrein verwickelte Abhängigkeiten zwischen der selbsttätigen Steuerung der Stufenschalter und der Gittersteuereinrichtung erspart.

Bei der zweiten Gruppe von Verbrauchern, bei der die Wirkleistung rascher als die Spannung sinkt, stellen sich die Blindleistungsverhältnisse erheblich günstiger. So zeigt Abb. 8 zu einem bestimmten Wirkleistungsverlauf N_w, wie er etwa bei wäßrigen Elektrolysen auftritt, den zugehörigen Verlauf der Blindleistung N_b, aus dem ersichtlich ist, daß die Blindleistung einen bestimmten Höchstwert, im vorliegenden Falle etwa 40 % der maximalen Wirkleistung, nicht überschreitet. Mit Hilfe einer Kondensatorbatterie von nur 20 % der Wirkleistung kann man erreichen, daß der Leistungsfaktor im ganzen Regelbereich den Wert 0,85 induktiv nicht unterschreitet und daß innerhalb des betriebsmäßig in Frage kommenden Regelbereiches eine Regelung der Kondensatorbatterie überflüssig ist. Da es heute ohne weiteres möglich ist, Kondensatorbatterien jeder Leistung bei den hier in Frage kommenden Spannungen gleich auf das Hochspannungsnetz zu schalten, sind sie als ruhende Apparate geradezu berufen, den durch die Spannungsregelung verursachten erhöhten Blindleistungsbedarf der Stromrichter zu kompensieren. Sie können heute mit so geringen Verlusten gebaut werden, daß eine Wirkungsgradverschlechterung gegenüber der Verwendung von Stufentransformatoren praktisch nicht eintritt.

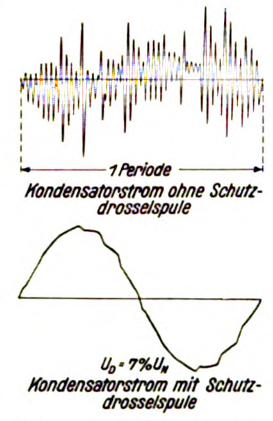


Abb. 9. Oszillogramme des Kondensatorstromes.

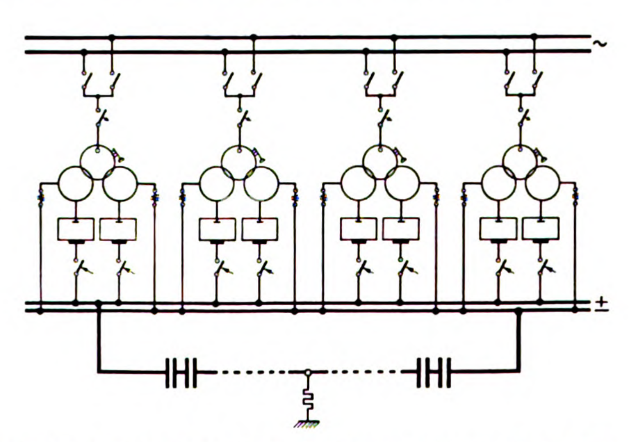


Abb. 10. Gesamtanordnung einer Großstromrichteranlage mit 8 Gefäßen.

Gegen die Verwendung von Kondensatorbatterien großer Leistung zur Kompensierung von Stromrichteranlagen wurden verschiedentlich wegen der auftretenden Oberwellen Bedenken erhoben. Es ist indessen festzustellen, daß man durch Vorschalten von Drosselspulen geeigneter Größe die Kondensatoren vor der Wirkung der Stromrichteroberwellen völlig einwandfrei schützen kann. Man kann die beim Stromrichterbetrieb auftretende 5., 7., 11. und 13. Oberwelle in genügendem Maße von den Kondensatoren fernhalten, wenn man eine Drosselspule von 7 bis 10 % Reaktanz vor die Kondensatoren legt. So zeigt das obere Oszillogramm in Abb. 9 den Kondensatorstrom einer in Zwölfphasenschaltung arbeitenden Großstromrichteranlage ohne Vorschaltung einer solchen Drosselspule, das untere des gleichen Bildes den Kondensatorstrom unter Vorschaltung einer Schutzdrossel von 7 %. Es ist ersichtlich, daß die Oberwellen ohne Verwendung der Schutzdrosseln so stark ausgeprägt sind, daß sie die Anwendung der Kondensatoren für Stromrichteranlagen ausschließen würden, während die Stromform unter Anwendung der Schutzdrosseln praktisch von der Sinusform, wie sie in normalen Übertragungsnetzen festzustellen ist, kaum unterschieden werden kann.

Man kann die Schutzdrosseln aber auch gegen die Kapazität der Kondensatoren so abstimmen, daß die gesamte Anordnung als Schwingungskreis zur Kompensation bestimmter störender Oberwellen mit herangezogen werden kann. Dies erscheint dort besonders vorteilhaft, wo eine der Oberwellen nahe an die Eigenfrequenz im Übertragungssystem herankommt.

Gesamtanordnung.

Gittersteuerung und Kurzschlußlöschung haben dem Stromrichter die besondere Eignung für Hochstromanlagen hinsichtlich Betrieb und Sicherheit gegeben. Die Regelmöglichkeit durch die Gittersteuerung in Verbindung mit Stufentransformatoren oder mit Kondensatoren zur Verbesserung des Leistungsfaktors und nicht zuletzt die für Großstromrichteranlagen entwickelten Transformatorschaltungen stellen die Aufbauelemente von Großstromrichteranlagen dar, welche die Planung der gesamten Anlage entscheidend beeinflussen.

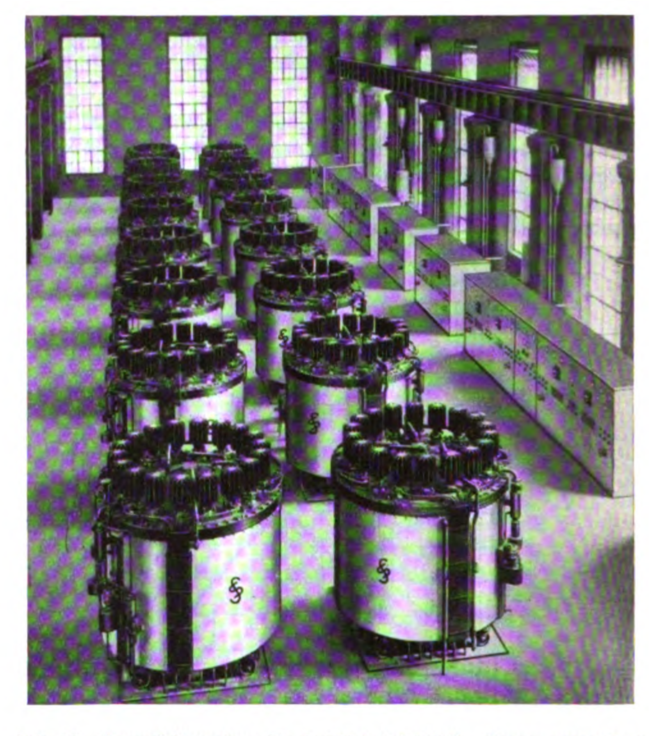


Abb. 11. Stromrichteranlage für 80 000 A bei 550 V. Spannungsregelung durch Gittersteuerung von 50 bis 550 V.

Abb. 10 zeigt die Schaltung für eine Hochstromanlage mit acht Gefäßen, von denen je zwei an einen gemeinsamen Transformator angeschlossen sind. Mit Rücksicht auf die große Sicherheit, mit der Anlagen dieser Größe gebaut werden, wird man drei der vorgesehenen vier Gruppen für die betriebsmäßige Versorgung der Anlage verwenden und eine Gruppe zur Reserve bereitstellen. Jeder Stromrichter, der mit Gittersteuerung zur Spannungsregelung und Kurzschlußlöschung ausgeführt wird, ist über einen Schnellschalter an die Gleichstromsammelschienen angeschlossen, dessen Schaltzeit so bemessen ist, daß die Abschaltung vor Ausbildung des vollen Kurzschlußstromes im Falle einer Störung in einem Stromrichter erfolgt und

im ungünstigsten Falle einer Rückzündung sowohl die Bäder als auch die parallel arbeitenden Stromrichter nicht auf das gestörte Gefäß rückarbeiten können. Die dargestellte Anordnung benutzt in Verbindung mit der Gittersteuerung zur Regelung der Badspannungen Transformatoren mit Anzapfungen.

Wird selbsttätige Stromregelung gefordert, so wird man die Transformatoren zweckmäßig ohne Anzapfungen ausführen und zur Blindstromkompensation Kondensatoren verwenden. Diese werden zweckmäßig so aufgeteilt, daß zu jedem Stromrichtertransformator eine Kondensatorgruppe parallelgeschaltet ist, die für sich über einen Leistungsschalter unmittelbar an der Netzspannung liegt. Vor den Kondensatorgruppen selbst sind, wie bereits erwähnt, Schutzdrosselspulen angeordnet. Dann können je nach der Belastung und Aussteuerung der Anlage Kondensatorgruppen zu- oder abgeschaltet werden, um die Bedingungen des jeweiligen Stromlieferungsvertrages zu erfüllen.

Die räumliche Ausbildung einer solchen Anlage mit 16 Gefäßen entsprechend einer Gesamtstromstärke von 80 000 A bei Spannungen von 50 bis 550 V zeigt Abb. 11. Bei dieser großen Leistung empfiehlt sich die zweireihige Anordnung der Stromrichtergefäße mit Rücksicht auf die räumlichen Abmessungen der Stromrichterhalle. Die Abstände der einzelnen Gruppen sind durch die Größe der Transformatoren bestimmt, die je nach den örtlichen Verhältnissen im Freien oder in besonderen Zellen unmittelbar vor den Stromrichtern aufgestellt werden. Bei Anlagen mit so hohen Stromstärken ist für die räumliche Anordnung hauptsächlich die Leitungsführung ausschlaggebend. Man wird versuchen, die Stromrichter so aufzustellen, daß sich für die Anodenkabel möglichst gleiche Längen und kürzeste Verbindungen sowohl zwischen Transformator und Verbraucher als auch zwischen Kathode, Schnellschalter und Verbraucher ergeben. Bei Anlagen kleinerer Leistung wird man der einreihigen Anordnung der Stromrichtergefäße aus diesen Gründen den Vorzug geben, ohne eine übermäßige Gebäudelänge zu benötigen. Das Zubehör der Stromrichtergruppen, wie Zünd-, Erreger- und Gittersteuereinrichtungen, wird zweckmäßig in der Nähe der Gefäße aufgestellt, um kurze, möglichst von Fremdströmen unbeeinflußte Steuerleitungen zu erhalten. Wegen der geringen Gewichte der Stromrichter kann man mit Rücksicht auf die Leitungsführung und Übersichtlichkeit eine zweigeschossige Anlage ohne großen Aufwand für die Gebäude wählen. Die zweigeschossige Ausführung bringt besondere Vorteile für die Führung der Hochstromschienen und die Anordnung der Kühleinrichtungen.

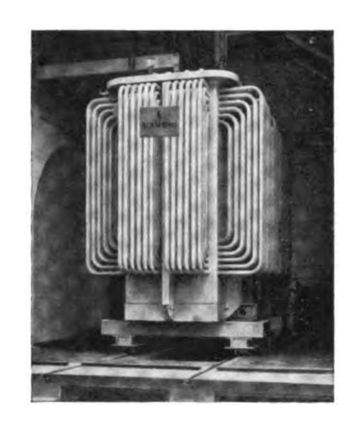


Abb. 12. Transformator einer 10 000 A Gruppe für eine Stromrichteranlage von 80 000 A und 550 V.

Es sind bereits eine Reihe von Hochstromanlagen verschiedenster Größe nach diesen Gesichtspunkten erstellt worden. So sind Anlagen für Stromstärken von 15 000 und 30 000 A in einreihiger Anordnung ausgeführt worden, bei denen eine selbsttätige Stromregelung entbehrlich war und entsprechend dem Aufbau der Anlage auch von einer Fernsteuerung abgesehen werden konnte. Die größte bisher wohl überhaupt je gebaute Großstromrichteranlage mit einer Gesamtstromstärke von 80 000 A bei 550 V, die von den Siemens-Schuckertwerken erstellt wurde und in vorhandenen Räumlichkeiten untergebracht werden mußte, ist nicht nur wegen ihrer Größe, sondern auch wegen ihrer technischen Ausführung besonders bemerkenswert. Einen Eindruck von den Ausmaßen der Anlage gewinnt man aus der schon erwähnten Abb. 11, die die 16 Gefäße im Stromrichtersaal sowie die Hilfs- und Steuereinrichtungen für die Gefäße zeigt. Jede Gefäßgruppe ist an einen Transformator angeschlossen; dieser ist so geschaltet, daß jede Gruppe wie eine Zwölfphasenanordnung auf das Netz zurückwirkt. Den zugehörigen Transformator, der in einer Zelle untergebracht ist, zeigt Abb. 12. Seine überaus einfache Ausführung ist bemerkenswert, da Aufbauten, die durch Regelglieder bedingt sind, wegfallen konnten. Dies war dadurch möglich, daß der gesamten Stromrichteranlage eine Kondensatorbatterie von 12 000 kVA parallelgeschaltet wurde, die aus acht Gruppen zu je 1500 kVA für 5000 V besteht. Jede Kondensatorgruppe arbeitet mit einer Stromrichtergruppe von 10 000 A parallel und ist über einen Expansionsschalter und die bereits erwähnten Schutzdrosseln an das 5 kV-Netz angeschlossen. Eine Teilansicht der Kondensatoren gibt Abb. 13 wieder. Für die Betätigung der Expansionsschalter ist Druckluftantrieb gewählt worden.

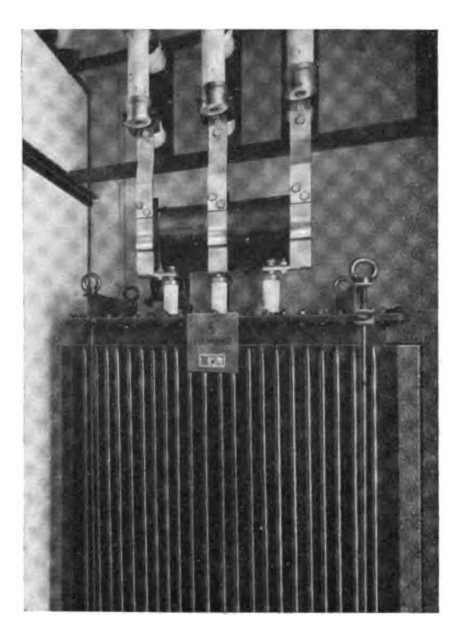


Abb. 13. Teilansicht der Kondensatorbatterie für eine 80 000 A-Stromrichteranlage. Einheiten von 300 kVA, Drehstrom 5650 V, 50 Hz.

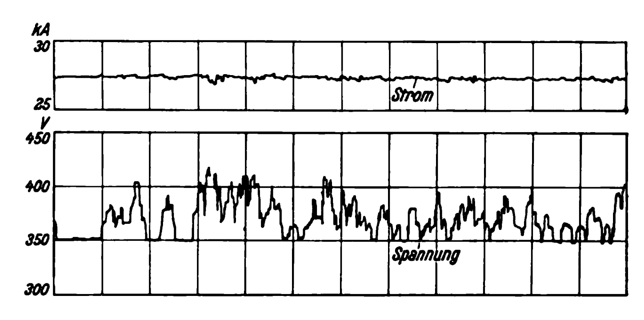


Abb. 14. Schreibstreifen des selbsttätig geregelten Stromes und der Spannung.

Für die Verwendung der Kondensatoranlage zur Verbesserung des Leistungsfaktors sprach die Forderung nach einer selbsttätigen Stromregelung. Diese Regelung erfolgt mit mechanischen Reglern, die auf die Hilfserregung des Antriebsmotors für die Kontaktapparate der Gittersteuerung wirken. Die Elektrolyseanlage besitzt eine Charakteristik, bei der plötzliche Widerstandsänderungen betriebsmäßig auftreten. Die selbsttätige Stromregelung

verändert die Aussteuerung so, daß der Strom auf ± 200 A konstant gehalten wird, wie es aus dem Registrierdiagramm der Abb. 14 hervorgeht.

Das Registrierdiagramm zeigt weiter den Verlauf der Spannung, die zur Aufrechterhaltung der Betriebsstromstärke um ± 10 % geregelt werden muß. Es ist bemerkenswert, daß in der Anlage je acht Gefäße parallel auf eine Bäderanlage zu fahren haben und daß dieser Parallelbetrieb von acht Gefäßen auf ein gemeinsames Bad bei der Genauigkeit dieser Gittersteuerungsart von Anfang an einwandfrei erfolgte. Eine Aufnahme der Warte für die gesamte Stromrichteranlage, die sich in den für vorhandene Maschinen früher erstellten Steuerraum zwanglos einfügt, zeigt Abb. 15. Man erkennt acht Felder für die einzelnen Stromrichtergruppen sowie zwei Felder für die gemeinsame Regelung und Messung.

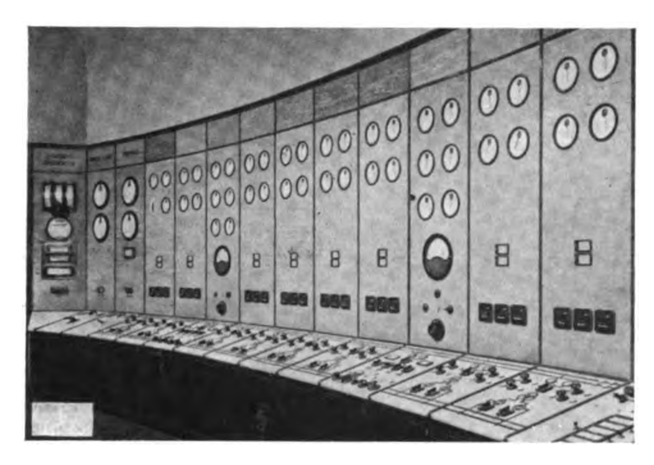


Abb. 15. Warte der Stromrichteranlage für 80 000 A und 550 V.

Die Betriebserfahrung mit gesteuerten Groß-Stromrichteranlagen hat bewiesen, daß der Stromrichter für Spannungen über 500 V heute mit Recht eindeutig das Gebiet der Gleichstromumformung beherrscht, da er mit den in den letzten Jahren geschaffenen zusätzlichen Regel- und Schutzeinrichtungen die Betriebssicherheit erlangt hat, wie man sie bisher bei Motorgeneratoren erreicht hat. Die Erstellung von Anlagen größten Ausmaßes, bei denen die neuesten Hilfsmittel der Elektrotechnik — Stromrichter, öllose Schalter, Starkstromkondensatoren — mitwirken, hat bewiesen, daß die Entwicklung weit genug gediehen ist, um Anlagen höchster Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit in jedem Ausmaß zu schaffen.

Zusammenfassung.

Die bei Großelektrolysen angewendeten Spannungen von über 500 V schaffen die wirtschaftlichen Grundlagen für die Verwendung von Stromrichtern zur Stromversorgung. Es sind Aluminium-, Magnesium- und Zinkelektrolysen für Spannungen über 800 V in Betrieb bzw. im Bau. Bei diesen Spannungen ist der Stromrichter allen anderen Umformern im Wirkungsgrad weit überlegen. Die Spannungsregelung mit Hilfe der Gittersteuerung ermöglicht ein einfaches Anfahren der Elektrolyse und gegebenenfalls eine einfache selbsttätige Stromregelung. Die Kurzschlußabschaltung durch Gitter schafft die erforderliche Betriebssicherheit. Um den bei der Gittersteuerung auftretenden Blindstrom zu verringern, kann man bei vielen Elektrolysen eine Mischregelung mit Anzapftransformatoren und Gittersteuerung verwenden, bei manchen Elektrolysen bringt die Verwendung von Kondensatoren für die Blindstromkompensation die geeignete Lösung. Die Ausführung und die Betriebserfahrungen von Anlagen bis zu 80 000 A beweisen, daß der Stromrichter die erforderliche Betriebssicherheit auch für chemischen Dauerbetrieb erlangt hat und in bezug auf Regelfähigkeit allen anderen Umformerarten erheblich überlegen ist.

Zur Woche des Buches.

Eine der Hauptwirkungen, die das deutsche Kulturschaffen auf die Welt seit jeher ausgeübt hat, beruht auf dem deutschen Schrifttum. Kaum ein anderes Volk wird feststellen können, daß seine geistige Arbeit in einem solchen Umfange Gemeingut der Welt geworden ist, wie das deutsche. Allerdings vergessen wir in der Heimat allzu häufig, wie sehr die Werbewirkung unseres Schrifttums davon abhängig ist, daß das deutsche Buch und die deutsche Zeitschrift auch im Inlande den Absatz finden, der ihn die Möglichkeit zu ihrer Pionierarbeit im Auslande gibt. Was vom allgemeinen Schrifttum gilt, trifft insbesondere auf das technische Schrifttum zu, dessen Bedeutung für uns gar nicht genügend hoch eingeschätzt werden kann. Es ist daher tätige Mitarbeit für das Ansehen unseres Volkes, wenn unsere Fachgenossen das deutsche Schrifttum, insbesondere das technische Schrifttum, pflegen und stützen und wenn sie durch die Tat dafür sorgen, daß unser technisches Schrifttum im Rahmen des allgemeinen deutschen Schrifttums auf seiner jetzigen Höhe leistungsfähig gehalten und tatkräftig weiterentwickelt wird.

Dipl.-Ing. Georg Seebauer,
Amtsleiter des Amtes für Technik.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 316. 11. 0253. **Berechnung der Ströme im unsymmetrisch belasteten Drehstromnetz.** — Dieses Problem wird bekanntlich in seiner allgemeinen Form mittels der Rechnung der symmetrischen Komponenten gelöst. Für den besonderen Fall der Belastung mit drei ungleichen, in Stern geschalteteten ohmschen Widerständen ist ein zeichnerisches Verfahren bekannt[1]). Nach Abb. 1 erhält man bei Belastung mit den Widerständen R_1, R_2, R_3 nach Teilung der Seiten des durch die verketteten Spannungen gebildeten gleichseitigen Dreieckes ABC im Verhältnis der Widerstände den Sternpunkt O und die drei Phasenspannungen U_1, U_2, U_3; hieraus ergeben sich die Phasenströme. Dieses zeichnerische Verfahren wertet Grocholski auf trigonometrischem Wege aus und erhält für die Phasenströme die Gleichungen

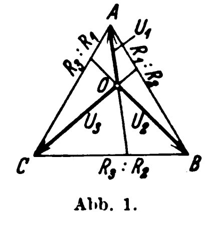


Abb. 1.

$$I_1 = \frac{U}{\varrho}\sqrt{(R_2 + R_3)^2 - R_2 R_3}, \quad I_2 = \frac{U}{\varrho}\sqrt{(R_1 + R_3)^2 - R_1 R_3},$$

$$I_3 = \frac{U}{\varrho}\sqrt{(R_1 + R_2)^2 - R_1 R_2}.$$

Hierbei ist U die verkettete Spannung und $\varrho = R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1$. Diese allgemein gültigen Gleichungen werden für einige Sonderfälle umgeformt, und zwar für drei gleiche ohmsche Widerstände, Unterbrechung einer Phase und Kurzschluß einer und zweier Phasen. Der gebrachte Rechnungsgang zur Lösung des Problemes führt also auf einfacherem Wege zum Ziel als die Rechnung mit symmetrischen Komponenten, und dies ist sicherlich erwünscht, da die unsymmetrische Belastung des Drehstromnetzes mit ohmschen Widerständen überaus häufig auftritt. [A. Grocholski, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 7, S. 496.]

Leitungen.

621. 395. 73. 011. 4 **Betriebs- und Kopplungskapazitäten zwischen den Leitungssystemen eines Vierers.** — Gewöhnlich werden bei der Berechnung der Kopplung zwischen zwei Doppelleitungen die Drähte als unendlich dünn angenommen, so daß die Rückwirkung der gestörten Leitung auf das Feld der störenden Leitung vernachlässigbar ist. Die Lösung der Aufgabe, die kapazitive Kopplung zwischen den drei Leitungssystemen eines Vierers unter Berücksichtigung der Ausdehnung der Drähte zu berechnen, würde man erhalten, wenn es gelänge, eine Potentialfunktion zu bestimmen, die auf den Oberflächen der vier Leiter bestimmte feste Werte annimmt. Nach dem Verfahren der schrittweisen Annäherung läßt sich diese Potentialfunktion angeben, und zwar mit Hilfe des Spiegelungsprinzips. Dieses besteht darin, daß alle Ladungen außerhalb eines Leiters an seiner Oberfläche „gespiegelt" angeordnet werden, so daß z. B. bei einem Vierer jeder Leiter an Stelle seiner Ladung im Mittelpunkt (erste Näherung) drei gespiegelte Ladungen enthält, welche außerhalb des Mittelpunktes liegen (zweite Näherung). Eine weitere Näherung ergibt sich durch nochmalige Spiegelung dieser Ladungen, wodurch die Ladung jedes Leiters in neun Ladungen aufgespalten wird, usw. Durch Summation der von den einzelnen Spiegelladungen herrührenden Potentiale erhält man dann das gesuchte Gesamtpotential, welches die Bedingung erfüllt, auf allen Oberflächen der Leiter feste Werte anzunehmen. Aus diesem Gesamtpotential lassen sich nun die Betriebskapazitäten der drei Leitungssysteme (zwei Stamm- und eine Viererleitung) und ihre Kopplungen untereinander ablesen.

Es zeigt sich, daß die Betriebskapazität eines Stammes durch die Anwesenheit der beiden Drähte des anderen Stammes vergrößert wird. Ebenso errechnen sich für die Kopplungen größere Werte durch Berücksichtigung der Ausdehnung der Drähte quer zur Drahtrichtung. Die allgemein gültigen Formeln werden auf die Verhältnisse bei einem Sternvierer angewendet. Hierbei verschwinden die Kopplungen bei genauer Symmetrie. Wenn jedoch beispielsweise die Aderdurchmesser etwas voneinander abweichen, so entstehen sofort Kopplungen. Es ergibt sich, daß eine Kopplung zwischen den beiden Stammleitungen (k_1) nur dann auftritt, wenn zwei Adern verschiedener Stämme gleichzeitig vom Sollwert abweichen, während es für das Auftreten einer Kopplung zwischen Stamm und Vierer (k_2 oder k_3) schon genügt, wenn nur eine Ader des betreffenden Stammes vom Sollwert verschieden ist. Deshalb sind die k_2- und k_3-Kopplung von erster Ordnung, dagegen die k_1-Kopplung von zweiter Ordnung klein. [H. Kaden, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 9, S. 636.]

Elektromaschinenbau.

621. 313. 333. 2. 062. 9 **Gleichzeitige Verwendung von Drehstrom-Aufzugsmotoren als Spartransformatoren für Steuerstromkreise.** — Bei der Umstellung eines Berliner Teilnetzes von 3 · 130 V auf 3 · 220 V mußten etwa 1100 Aufzugsausrüstungen (fast sämtlich mit Druckknopfsteuerung) den neuen Verhältnissen angepaßt werden. Bei etwa 700 konnte die ursprüngliche Steuerung für 130 V dadurch beibehalten werden, daß man sie zwischen dem Sternpunkt des auf 220 V umgewickelten mit einer Leitung immer am Netz liegenden Aufzugsmotors und einem Außenleiter, also an 127 V, anschloß (Abb. 2). Es entstanden zunächst Schwierig-

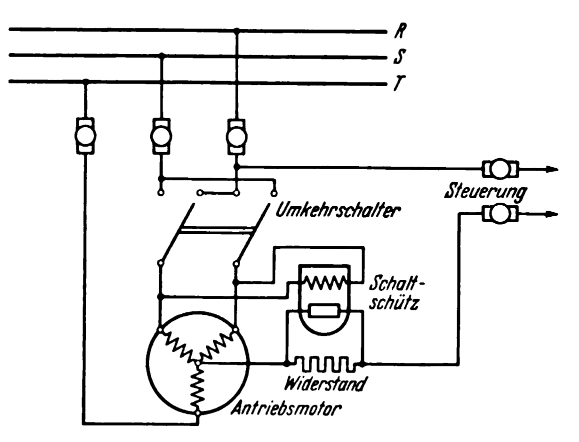


Abb. 2. Grundsätzliche Anordnung des umgeschalteten Aufzuges.

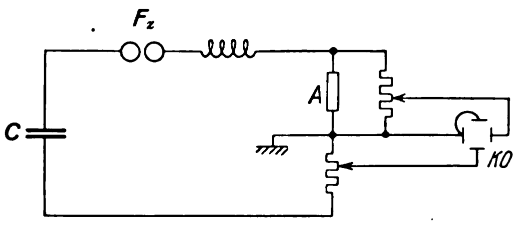
keiten dadurch, daß bis zum Augenblick der Motoreinschaltung an den Steuergeräten die volle Netzspannung und entsprechend hoher Strom auftraten, weil der Aufzugsmotor erst nach Anschluß von mindestens 2 Leitungen an das Netz als Spartransformator für 127 V wirken kann. Die Schaltung ist dann so verbessert worden, daß man im Steuerstromkreis einen Zusatzwiderstand anordnete, der entweder durch das Hauptschütz des Motors oder durch ein besonderes Schütz im Augenblick der Einschaltung des Motors kurzgeschlossen wurde. Hierdurch konnte vermieden werden, daß die Steuerung bei Motorstörungen unzulässig lange Zeit an 220 V liegen blieb. Trotz dieser Änderung tritt zwar immer noch an den Druckknöpfen und den anderen Trennstellen in stromlosem Zustand die volle Netzspannung auf; es können aber die Spulen der Schütze usw. nicht mehr durch zu hohe Ströme überlastet werden. Die Bremslüfteinrichtungen, die Verriegelungsmagnete oder -motoren sowie das Licht (also alle diejenigen Verbraucher, die verhältnismäßig hohe Stromstärken erfordern und den als Spartransformator wirkenden Aufzugsmotor erheblich

[1]) Siehe z. B. Vidmar: Vorlesungen über die wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik, S. 173/177 und 182/185; Berlin: Julius Springer 1928.

zusätzlich erwärmen könnten), wurden für direkten Anschluß an 220 V geändert. Die Erfahrungen mit der vorbeschriebenen Schaltung sind trotz gewisser Bedenken bisher recht gute gewesen. Zu einwandfreieren Lösungen wie z. B. Zwischenschaltung von Drosseln oder Transformatoren oder Umänderung der Schützspulen für die neue Netzspannung hat man sich aus Kostengründen, und um größere Umstellungen der teilweise sehr alten Leitungsinstallation zu vermeiden, nicht entschließen können. [A. Stark, Elektr.-Wirtsch. 34 (1935) S. 479.] *Gwk.*

Apparate und Stromrichter.

621. 316. 8. 012. 7 : 621. 316. 933. 9 **Die Prüfung von spannungsabhängigen Widerständen für Ableiter.** — Neuzeitliche Überspannungsableiter bestehen im allgemeinen aus einer Funkenstrecke in Reihe mit einem Widerstand. Die Widerstände sollen beim Ansprechen der Funkenstrecke einen Erd- oder Kurzschluß der Leitung verhindern, gleichzeitig aber auch verhüten, daß nach dem Ansprechen der Funkenstrecke eine schädliche Überspannung in die Leitung einzieht. Diese Bedingungen erfüllen die sog. spannungsabhängigen oder Halbleiter-Widerstände, deren Ohmwert mit steigender Überspannung kleiner wird. Für die praktische Verwendung solcher Widerstände in Ableitern ist eine Prüfung nötig, die sich in der Hauptsache auf folgende Punkte erstrecken soll: 1. Ermittlung des Widerstandswertes bei einer bestimmten Spannung, 2. Feststellung der Abhängigkeit des Widerstandes von der Spannung, 3. Prüfung auf Strombelastbarkeit bei Stoßspannung. Der Widerstandswert sowie die Abhängigkeit des Stromes von der Spannung werden entsprechend der praktischen Beanspruchung bei Stoßspannung mit Kugelfunkenstrecken oder mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen (KO.) ermittelt. Der KO. bietet den Vorteil, daß ein einziger Stoß für die Aufnahme der Kennlinie genügt. Die Anordnung für die Aufnahme derartiger Oszillogramme ist



C Stoßbatterie *A* Ableiter-Widerstand F_z Zündfunkenstrecke *KO* Kathodenstrahl-Oszillograph

Abb. 3. Meßschaltung.

in der Abb. 3 wiedergegeben. Auf dem Oszillogramm werden nacheinander die Kennlinie des Halbleiterstoffes, die Kennlinie für den ohmschen Spannungsteiler nach Abschaltung des Halbleiterwiderstands und schließlich die Koordinatenachsen aufgenommen. Wegen der Unsymmetrie des elektrischen Feldes zwischen den Ablenkplattenpaaren des KO. ist eine vollständige Eichung des KO. erforderlich, wobei die Ablenkplatten, die bei der Aufnahme der Kennlinien mit Erde verbunden sind, auch während der Eichung geerdet werden müssen. In dieser Weise wird das vollständige schiefwinklige Koordinatennetz eines KO. üblicher Bauart aufgenommen. Ein solches Eichkurvennetz ist in der Abb. 4 wiedergegeben. Die Prüfung einer Anzahl von Halbleitern ergab, daß die Abhängigkeit des Widerstandes von der Spannung mit guter Näherung durch die Exponentialfunktion $I = c \cdot U^n$ dargestellt wird. Die Eintragung der Meßwerte in doppelt logarithmisches Papier ergibt eine gerade Linie, wobei der Exponent n durch den ctg des Winkels der Geraden mit der X-Achse zum Ausdruck gebracht wird. Oft bezieht man die Änderung des Widerstandes auf die Spannung U, es folgt hierfür: $\frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{U_2}{U_1}\right)^m$. Zwischen m und n besteht die Beziehung: $m = n - 1$. Bei der Angabe eines Exponenten ist dabei ausdrücklich zu vermerken, welche Größe gemeint ist.

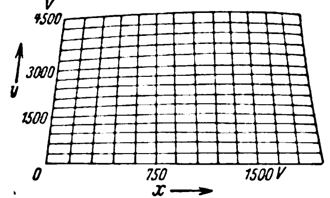


Abb. 4. Eichkurvennetz eines Kathodenstrahl-Oszillographen.

Die spannungsabhängigen Widerstände bestehen im allgemeinen aus einem fein gemahlenen Ton mit geringen Zusätzen eines leitenden Stoffes, der die Entladungen in den Poren des feinkörnigen Isolierstoffes hervorruft. Man hat eine Reihe von pulverigen leitenden Stoffen mit Erfolg benutzt, und zwar von Metallen Messing, Aluminium, Kupfer, Eisen und Nickel, ferner Verbindungen des Eisens mit Silizium, Wolfram und Mangan. Als nichtmetallische Zusätze sind Graphit und Silizium-Karbid zu nennen. Von den mineralischen wurde Rutil, Kohle, Koks und manche andere als geeignet gefunden. Halbleiterstoffe vom dichten keramischen Scherben bis zum gepreßten, mehr oder weniger porösen Pulver finden Anwendung in der Technik. Bei der Prüfung der Widerstände auf Strombelastbarkeit ist außer der Höhe der Spannung auch die Anzahl der Prüfschläge und mithin die Erwärmung zu berücksichtigen. Auch die Kapazität der Stoßbatterie ist von Bedeutung. Strombelastbarkeit und Spannungsabhängigkeit scheinen voneinander nicht unabhängig zu sein. Die Belastbarkeit kann durch die Formgebung des Widerstandes, Querschnittsvergrößerung und durch besondere Herstellungsverfahren geändert werden. Das für den Bau von Ableitern erstrebenswerte Ziel, hohe Belastbarkeit und möglichst große Spannungsabhängigkeit, scheint praktisch schon erreicht. [G. Pfestorf, Physik. Z. 36 (1935) S. 539.] *Sb.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 44 : 538. 11 **Das Koerzimeter nach dem Prinzip der Kraftlinienbrechung.** — Die Koerzitivkraft eines ferromagnetischen Stoffes ist seine kennzeichnendste Eigenschaft; sie ist physikalisch definiert als die entmagnetisierende Feldstärke, die nötig ist, um die Magnetisierungsintensität auf Null zu bringen (${}_JH_c$). Der magnetische Zustand der zu untersuchenden Probe bei der Koerzitivkraft ist dadurch gekennzeichnet, daß die Feldlinien der Magnetisierungsspule ohne Brechung durch die Probe hindurchgehen. Bei Werkstoffen mit kleinen Koerzitivkräften fällt dieser ${}_JH_c$-Wert praktisch zusammen mit dem Wert der Feldstärke, welche die Induktion B zum Verschwinden bringt (${}_BH_c$) und die in der Technik häufig als Koerzitivkraft bezeichnet wird. Bei den neueren Magnetstählen mit ihren äußerst hohen Koerzitivkräften und zugleich verhältnismäßig niedrigen Remanenzen wird zur Vermeidung von Unstimmigkeiten (z. B. bei dem Vergleich verschiedener Meßverfahren) eine Unterscheidung beider H_c-Werte notwendig. Bei bekannter Neigung ($\mathrm{d}H\,\mathrm{d}B$) der Entmagnetisierungskurve, d. h. des Stückes der Hystereseschleife zwischen Remanenz und Koerzitivkraft, im H_c-Punkt ist eine Umrechnung zwischen beiden H_c-Werten möglich auf Grund der Beziehung

$${}_JH_c = \frac{{}_BH_c}{1 - \mathrm{d}H/\mathrm{d}B}.$$

Der ${}_JH_c$-Wert wird außer von den Magnetometern und einigen anderen Prüfgeräten auch vom „Koerzimeter" gemessen.

Das Koerzimeter vereinigt in sich die Vorzüge der Magnetometer: hohe Empfindlichkeit, Genauigkeit, Unabhängigkeit von der Probenform und unmittelbare H_c-Anzeige, übertrifft sie aber erheblich bezüglich Meßschnelligkeit, leichter Handhabung und Vielseitigkeit.

Diese Vorzüge wurden durch ein neuartiges magnetisches Meßprinzip für die Koerzitivkraft erreicht. Während beim Magnetometer das Verschwinden des magnetischen Momentes, d. h. der Magnetisierungsintensität J der Probe (auf die meist in größerer Entfernung befindliche Magnetometernadel) zur H_c-Anzeige benutzt wird, wird beim Koerzimeter die Koerzitivkraft durch das Verschwinden der Kraftlinienbrechung in unmittelbarer Nähe der Probe beim Austreten der Kraftlinien aus dem Ferromagnetikum in Luft bestimmt, und zwar geschieht dies dadurch, daß nur eine normale Kraftlinienkomponente — senkrecht zur Magnetisierungsrichtung der Probe — durch ein Nullinstrument angezeigt wird; diese Komponente ist bei jedem Magnetisierungszustand der Probe, d. h. bei allen Arbeitspunkten auf der Hystereseschleife vorhanden mit alleiniger Ausnahme der Koerzitivkraft, bei der die normale Komponente verschwindet. Die Art der Anzeige des Verschwindens der Kraftlinienbrechung kann dabei beliebig sein; vorteilhaft ist das induktive Verfahren, bei dem die

EMK einer umlaufenden Spule gemessen wird, deren magnetische Achse senkrecht zur magnetischen Achse der Probe und deren Drehachse in ihrer Richtung liegt. Durch entsprechende Einstellung der Bürsten und des Kommutators wird erreicht, daß nur eine senkrechte Komponente gemessen wird. Hierdurch wird das Gerät unabhängig von der Lage zum magnetischen Meridian. Der (geringe) Einfluß der Senkrechtkomponente des Erdfeldes kann leicht durch ein entsprechendes Gegenfeld aufgehoben werden. Die Probenform ist beliebig und bei unmittelbarer Nähe der umlaufenden Spule am Stabende kann die Koerzitivkraft für jedes Stabende gesondert bestimmt werden. Der Meßbereich umfaßt alle ferromagnetischen Werkstoffe von etwa $H_c = 1$ Oe aufwärts bis zu den höchsten zur Zeit erreichbaren Koerzitivkräften. Die Dauer einer Messung beträgt ½ bis 1 min; bei Verwendung einer zweiten Spule, welche nur zum Magnetisieren dient, kann eine Messung in wenigen Sekunden durchgeführt werden. [H. Neumann, Arch. techn. Messen (1935) Blatt T. 64.] *Sb.*

Verkehrstechnik.

621. 332 : 625. 4 (43) **Die Stromversorgung der Berliner Hoch- und Untergrundbahn.** — Als Ende 1930 das Streckenbild (Abb. 5) der Berliner Städtischen Schnellbahnen seinen heutigen Umfang erreicht hatte, bzw. über Zoologischer Garten bis Knie in Betrieb. Das waren rund 11 km Betriebslänge, denen heute rund 76 km gegenüberstehen.

Dieser Entwicklung hat sich auch die Stromversorgung anpassen müssen. Zunächst genügte das Kraftwerk „Trebbiner Straße", welches einigermaßen im Schwerpunkt der Speisung lag und unmittelbar 780 V Gleichstrom erzeugte. Die installierte Gleichstromleistung von wenigen 1000 kW hat sich nunmehr auf 73 500 kW erhöht, welche sich auf 12 Umformerwerke verteilt. Die Unterwerke erhalten ihre Energie teils aus dem BVG-eigenen Kraftwerk „Unterspree", teils von den Berliner Städt. Elektrizitätswerken (BEWAG), teils von der Elektrizitätswerk Südwest AG. Aus dem Plan lassen sich mancherlei Einzelheiten ersehen. So ist z. B. zu erkennen, daß die älteren Unterwerke noch Einankerumformer und Kaskaden-Umformer besitzen, während die neueren ganz auf Großgleichrichter gestellt sind. Der Betrieb hat also mit den Fortschritten der Technik Schritt gehalten. Ein Sonderinteresse beanspruchen die 4 unterirdischen Unterwerke „Bismarckstraße", „Senefelderplatz", „Hallesches Tor" und „Wedding". Umformer und Hochspannungsschaltanlagen stehen unter der Straßendecke. Die Stromzu- und -abführung, die Wasserzu- und -abführung und die Luftzu- und -abführung sind bis ins kleinste durchgearbeitet und gelöst worden. Nach anderer Richtung hin

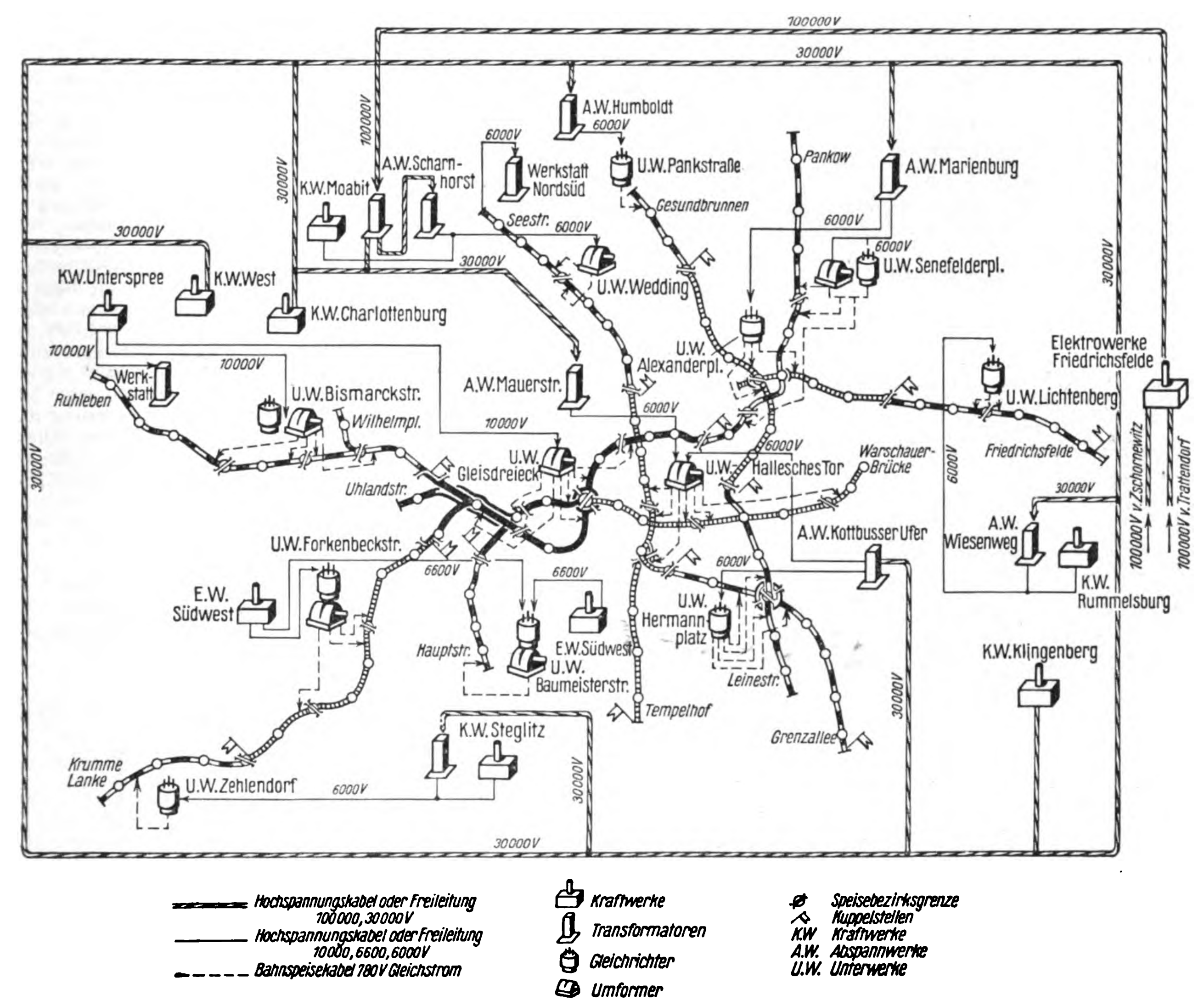


Abb. 5. Streckenplan und Stromversorgung der Hoch- und Untergrundbahn Berlins.

waren genau 50 Jahre verflossen, seit Werner v. Siemens seinen ersten Entwurf für die Städtischen Berliner Schnellbahnen vorgelegt hatte. Erst im Laufe des Jahres 1902, also rund 10 Jahre nach dem Tode des großen Pioniers, kamen die ersten Teilstrecken der Stammbahn zwischen Warschauer Brücke—Potsdamer Platz

sind die Unterwerke „Alexanderplatz", „Lichtenberg" und „Pankstraße" von besonderem technischen Interesse, weil ersteres das Mutterwerk der beiden anderen bedienungslosen darstellt, d. h. sie fernsteuert und fernüberwacht. Die Speisebezirke der einzelnen Unterwerke sind durch Kuppelstellen miteinander verbunden. Dadurch werden

nicht nur die Stromspitzen abgesenkt, sondern auch die Anzahl der Reserve-Betriebseinheiten vermindert. Diese Kuppelstellen, im ordnungsmäßigen Betrieb selbststeuernd, stehen aber von beiden Nachbarwerken unter Beobachtung. Dorthin geben sie über Fernsprechadern ihre Meldungen und erhalten von ihnen auch die Zustimmung bzw. die Entziehung der Zustimmung für den Kuppelbetrieb. — Nach dem letzten über das Jahr 1933 von der BVG veröffentlichten Geschäftsbericht hat die U-Bahn 86,58 Mill kWh über die Unterwerke verbraucht, davon 76,09 für Zugförderung und Zugheizung, und damit 54 835 385 Wagenkilometer gefahren. [Sindram, Siemens-Z. 15 (1935) S. 323.] *Sb.*

621. 335. 5 : 629. 139 **Elektrokarren auf Flugfeldern.** — Der Elektrokarren, der im Eisenbahnverkehr und im Schiffsverkehr schon längst eine gewohnte Erscheinung geworden ist, hat sich auch auf Flugfeldern als Beförderungsmittel eingeführt[1]). Im Gegensatz zu

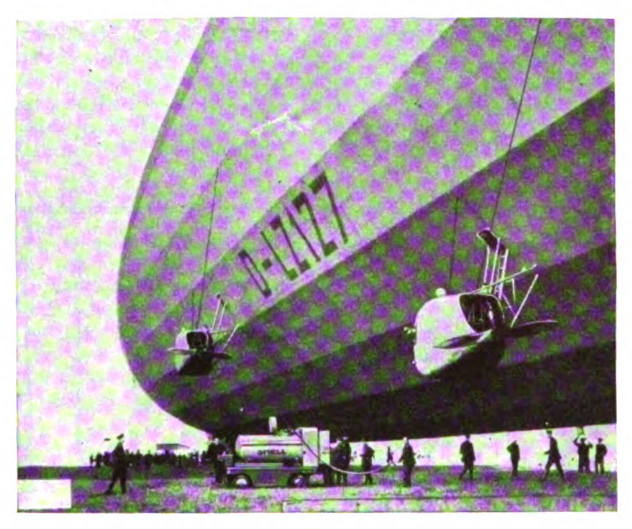


Abb. 6. Flugfeldtankkarren beim Betanken eines Luftschiffes.

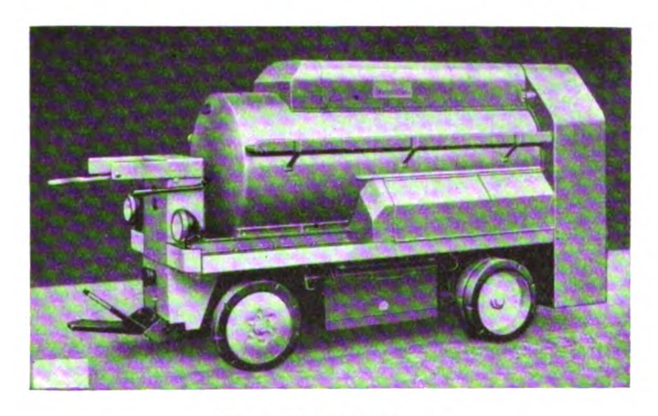


Abb. 7. Flugfeldtankkarren.

den genannten Betrieben kommt Gepäck- und Güterbeförderung auf Flugfeldern kaum in Frage, dagegen hat der Elektrokarren hier die Aufgabe des Heranschaffens von Betriebsstoffen an Luftfahrzeuge, um das Heranfahren dieser Fahrzeuge an die Tankstellen zu ersparen. Besonders bei Luftschiffen ist die große Beweglichkeit des Elektrokarrens von Wert, weil die Luftschiffe am Mast sich in stetiger Bewegung befinden und der bewegliche Elektrokarren durch Folgen ein Zerreißen und Verwirren der Tankschläuche leicht verhindern kann (Abb. 6). Für das Tanken von Luftfahrzeugen sind besondere feuersichere Aufbauten durchgebildet worden, welche mit Meßgeräten, Sicherheitseinrichtungen und Hilfsgeräten ausgerüstet sind und ein Tanken sowohl aus dem Elektrokarrentank als auch aus danebenstehenden Fässern oder sonstigen Behältern gestatten (Abb. 7). Besondere Elektro-Bereitschaftskarren für den Flughafendienst übernehmen die Versorgung der Luftfahrzeuge mit Öl, Wasser, Luft für die Reifen und die Beförderung von Monteuren und Werkzeugen. *dr.*

[1]) W. Schröder, Siemens-Z. 14 (1934) H. 11, S. 372. H. Quick, Wissen u. Fortschr. 9 (1935) H. 6, S. 236.

Elektrowärme.

621. 367. 036. 6 : 621. 791 **Elektroden für die elektrische Punktschweißung.** — Während man zuerst gewöhnliches Kupfer als Werkstoff für Elektroden vorsah, ging man später zu Elektrolytkupfer über. Für die Zubereitung der Elektroden aus Elektrolytkupfer pflegt man von gezogenen runden Stäben auszugehen, die infolge des Kaltstreckens eine größere Widerstandsfähigkeit gegen Druck aufweisen als geglühte Stäbe. Im Betrieb werden allerdings die Elektrolytspitzen erwärmt und verlieren dadurch mehr oder weniger schnell die durch das Kaltrecken erhaltenen Eigenschaften, da beim Schweißen das Kupfer erwärmt und geglüht wird und da es hierdurch eine geringere Druckfestigkeit erhält. Das Bestreben der Schweißer und Metallurgen ist daher darauf gerichtet, Legierungen zu erhalten, deren Eigenschaften auch bei erhöhten Temperaturen möglichst unverändert bleiben. Man kann zu diesem Zweck zwei Möglichkeiten in Erwägung ziehen: entweder besteht die ganze Elektrodenspitze aus einer Sonderlegierung oder nur das äußerste Ende dieser Spitze. Für Elektroden dieser letztgenannten Art eignen sich Kupfer-Wolfram-Legierungen mit verschiedenen hohen Wolframgehalten. Zum Schweißen von rostbeständigen Stählen oder von gewöhnlichen, sehr sauberen Stahlblechen haben sich diese Elektroden bewährt. Zieht man ganze Elektrodenspitzen aus Sonderlegierungen vor, so hat man die Wahl zwischen Zweistoff- oder Dreistofflegierungen; zu deren ersteren gehören z. B. Kupfer-Kadmium-, Kupfer-Beryllium-, Kupfer-Kobalt-Legierungen, zu den letzteren Kupfer-Kadmium-Beryllium-, Kupfer-Kobalt-Beryllium-Legierungen. Eine Legierung für Elektroden für die elektrische Punktschweißung, die allen Anforderungen entspricht und alle Wünsche befriedigt, dürfte es noch nicht geben. Von einer solchen Legierung muß man die Erfüllung verschiedener Bedingungen erwarten: sie muß bei gewöhnlicher Temperatur eine hohe elektrische Leitfähigkeit besitzen, die sich mit der Erhöhung der Temperatur nur wenig verändert; auch ihre Wärmeleitfähigkeit muß hoch sein. Ihre guten mechanischen Eigenschaften, insbesondere die Härte, die Druck-, Verschleiß- und Schlagfestigkeit muß die Legierung auch bei Temperaturen bis 400 oder 500° beibehalten. Auch wird verlangt, daß die Legierung nicht dazu neigt, an leicht verrosteten und verzinkten Stücken zu haften, während schließlich auch ihr Preis im Vergleich zu anderen Werkstoffen günstig sein muß. [Rev. Soud. autog. 27 (1935) H. 258, S. 5.] *Kp.*

Bergbau und Hütte.

621. 365. 51. 029. 3 : 669. 18 **Über die Bauart und Anwendung des kernlosen Induktionsofens im Elektrostahlbetrieb.** — Es ist heute ohne weiteres möglich,

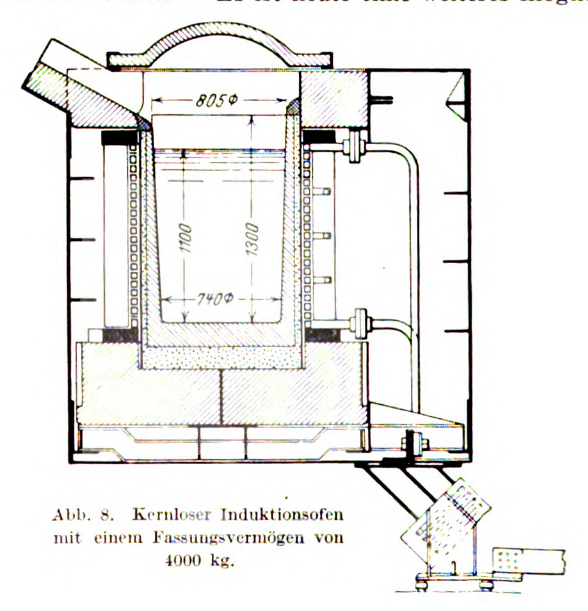




Abb. 8. Kernloser Induktionsofen mit einem Fassungsvermögen von 4000 kg.

kernlose Induktionsöfen von 4 t Inhalt betriebssicher und wirtschaftlich zu betreiben. Öfen dieser Größe sind in Bochum aufgestellt und in Betrieb genommen worden. Das Ofengehäuse an diesen Ausführungen besteht aus einem an den Ecken gut isolierten Eisenrahmen, der zur Vermeidung größerer Gehäuseverluste infolge der Miterwärmung durch die Induktionsströme weit von der Spule weggezogen ist. Nur an der Seite der Gießschnauze, wo Metallteile näher an die Spule herankommen können, wurde unmagnetischer Stahl gewählt (Abb. 8). Die Spule selbst ist auf starken Steinen gelagert. Auch die obere Begrenzung erfolgt durch eine verkeilte Steinlage. Abb. 8 zeigt auch die Stromzuführung mittels Trennschalters. Die Schaltungen sind so gegeneinander verriegelt, daß es nicht möglich ist, den Ofen bei belasteter Spule zu kippen. Die Spule besteht aus 20 aufgewickelten Windungen eines Kupferrohres mit rechteckigem Querschnitt. Neben der Stromzuführung sind 4 Wasserzu- und -abflüsse vorgesehen. Das Kippen des Ofens geschieht durch einen Antriebsmotor von 10 kW. Der Ofentiegel hat eine Haltbarkeit, die bei saurer Zustellung 30 bis 50 Schmelzen beträgt. In metallurgischer Beziehung hat diese Ofenart den gestellten Anforderungen für die Erzeugung von hochlegierten Stählen in jeder Hinsicht entsprochen. Besonders gering sind die Abbrandverluste. Die Wärmebilanz eines 4000 kg fassenden kernlosen Induktionsofens ist in Abb. 9 wiedergegeben. Rd. 69 % der zugeführten Wärme werden von einem solchen Ofen nutzbar gemacht. Für die Erzeugung von Edelstahlguß sind kernlose Induktionsöfen heute als unentbehrlich anzusehen. [F. Pölzguter, Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 773.] *Kp.*

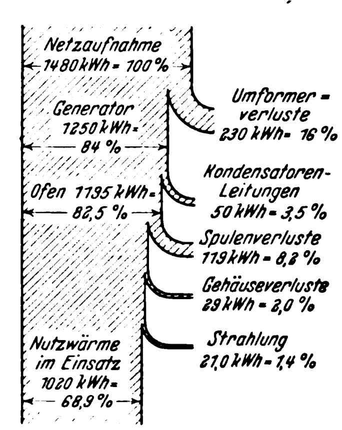


Abb. 9. Wärmediagramm eines 4 t-Induktionsofen.

Fernmeldetechnik.

621. 396. 677 **Waagerechte Rautenantennen.** — Die für die Richtschärfe einer waagerechten Rautenantenne (Abb. 10) maßgebenden Bestimmungsstücke sind die Höhe H dieser Antennenform über dem Erdboden, die Länge l der Rautenseiten, die Größe δ des Neigungswinkels der einfallenden Welle gegen die Rautenfläche in der Einfallsebene und die Größe φ des einen der Rautenwinkel. Sind Wellenlänge λ und Einfallsrichtung δ gegeben, so gibt es für H, l und φ einen ausgezeichneten Wert, bei dem die Antenne ihre beste Empfangswirkung hat. Aus der für die Richtcharakteristik einer Rautenantenne aufgestellten Gleichung werden diese Bestimmungsstücke bestimmt und die Ergebnisse durch Versuche nachgeprüft.

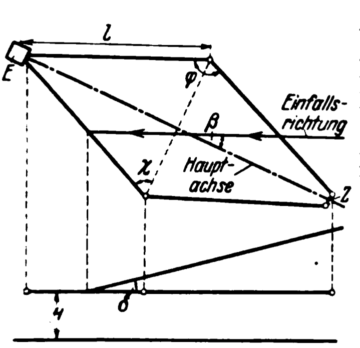


Abb. 10. Rautenantenne mit Empfänger E und Endimpedanz Z in Seitenansicht und in die Einfallsebene hochgeklappt.

Im theoretischen Teil ihrer Arbeit leiten die Verfasser die Bedingungen für die jeweils beste Antennenwirkung ab und bestimmen daraus die Abmessungen.

Zur Prüfung der theoretisch ermittelten Richtcharakteristiken wurde eine Rautenantenne von 3,25 λ Seitenlänge drehbar aufgehängt, die Richtcharakteristik in der Waagerechten vermessen und mit der verglichen, welche die für den allgemeinen Fall einer Rautenantenne im einzelnen abgeleitete Formel ergibt. Beide Bestimmungen brachten sehr genau dasselbe Ergebnis. Zur Ermittelung des Verlaufes der Richtcharakteristik in der Senkrechten wurde ein kleiner Sender vom Boden bis zur Spitze eines etwa 30 m hohen Mastes vor der Antenne gezogen. Abb. 11 stellt das Ergebnis einer derartigen Messung dar. Die ausgezogene Kurve ist berechnet, die Punkte sind gemessen.

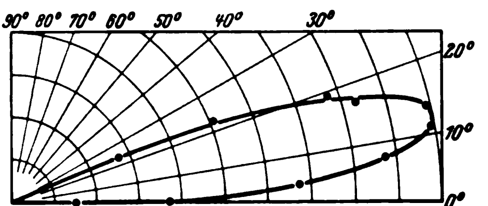


Abb. 11. Richtcharakteristik einer Rautenantenne in der Einfallsebene.

Um die Ausbildung stehender Wellen zu verhindern, müssen die dem Empfängerabgriff gegenüberliegenden offenen Enden der Rautenantenne durch deren Wellenwiderstand abgeschlossen werden. Die Größe dieses Widerstandes, der innerhalb eines weiten Frequenzbereiches konstant sein soll, wird von den Verfassern nach einem Substitutionsverfahren ermittelt; dabei wird grundsätzlich in folgender Weise vorgegangen: Die beiden Pole der Antenne, diese als Zweipol betrachtet, sind über je einen, den Kopplungsgrad bestimmenden Drehkondensator mit den beiden Polen eines Senders galvanisch verbunden. Zwischen den veränderlichen Kapazitäten und den Antennenpolen liegen, die Zuleitungen überbrückend, ein Thermoinstrument und ein zweiter Drehkondensator C. Zunächst wird mit angeschalteter Antenne mittels C auf Resonanz abgestimmt und hierbei der Thermostrom gemessen. Dann wird statt der Antenne ein veränderbarer Widerstand R eingesetzt und dieser solange verändert, bis bei Resonanz derselbe Thermostrom auftritt. Der Betrag, um den der Kondensator C dabei verstimmt wurde, bestimmt die Blindkomponente der Antennenimpedanz.

Zum Schlusse folgen einige Angaben über die Beschaffenheit der Speiseleitung von der Antenne zum Empfänger und deren Anpassung. [E. Bruce, A. C. Beck u. L. R. Lowry, Bell Syst. techn. J. 14 (1935) S. 134.] *E. C. M.*

621. 396. 216. 029. 6 **Fortschritte der Frequenzmodulation.** — Über die von E. H. Armstrong durchgeführten Versuche mit frequenzmodulierten Sendern und entsprechenden Empfängern ist in den letzten Monaten des öfteren, sachlich mitunter nicht ganz richtig, in der Tagespresse berichtet worden. Wenn auch Armstrong die Angabe von näheren Einzelheiten bisher abgelehnt und auf eine kommende Veröffentlichung verwiesen hat, und ein Werturteil deshalb noch nicht möglich ist, so kann man doch aus den Angaben eines Aufsatzes in „Electronics" in Verbindung mit der amerikanischen Patentschrift 1 941 069 ersehen, worum es sich im Grunde handeln dürfte.

Es ist bekannt, daß im Ultrakurzwellenbereich die örtlichen Störungen (elektrische Maschinen und Anlagen), abgesehen von Zündanlagen, keine wesentliche Rolle mehr spielen und daß auch der durchschnittliche atmosphärische Störspiegel in diesem Wellenbereich erheblich tiefer liegt als z. B. im Rundfunkwellenband. Es wäre danach im Ultrakurzwellenbereich möglich, noch bis zu wesentlich kleineren Feldstärken als im Rundfunkbereich einwandfreien Empfang zu erzielen, also die hohe Empfindlichkeit der heutigen Empfänger weitgehend auszunutzen, wenn nicht die Eigengeräusche des Empfängers (Röhrenrauschen) sehr bald eine Grenze setzen würden. Armstrong hat nun diese Eigenstörungen des Empfängers untersucht und gefunden, daß durch Anodenstromschwankungen ein das ganze Empfangswellenband umfassendes Störspektrum auftritt, wobei die Störwellen sowohl in Amplitude wie in Frequenz schwanken.

Bei Amplitudenmodulation kann man sich von dem Einfluß dieser Störwellen nicht frei machen, wenn die Größe der Zeichenamplitude sich bis zu einer gewissen Grenze der Amplitude der Störwellen nähert, geht das Zeichen im Störgeräusch unter. Die Benutzung der Frequenzmodulation gibt dagegen nach den Versuchen von A. die Möglichkeit, von diesen Störgeräuschen freizukommen, und zwar unter Ausnutzung der von A. gemachten Feststellung, daß die Amplitude der Frequenzschwankungen bei den Störwellen eine gewisse Größe nicht

überschreitet, während man bei der Nutzwelle in der Wahl dieses sogenannten Frequenzhubes Spielraum hat. Man kann sich das grundsätzliche Arbeiten der Frequenzmodulation anschaulich machen, indem man sich die Beeinflussung des hochfrequenten Schwingkreises durch die Änderung der Kapazität eines Kondensatormikrophons bei der Besprechung vorstellt. Je kräftiger das Mikrophon besprochen wird, je größer also der Modulationsgrad ist, um so größer wird die Verstimmung des Schwingkreises und die Abweichung von der Trägerfrequenz. Bei 100 % Modulation wird demnach die größte Frequenzänderung erreicht und damit die größte Bandbreite in Anspruch genommen. Im Gegensatz zur Amplitudenmodulation hängt also die Bandbreite nicht von der Modulationsfrequenz, sondern vom Modulationsgrad ab. Und je größer man für gleichen Modulationsgrad die Frequenzänderung macht, um so größer wird einerseits die Bandbreite, und um so mehr hat man anderseits die Möglichkeit, auch bei kleinen Modulationsgraden genügenden Abstand von den durch die Störwellen erzeugten Schwankungen zu halten. Die Ansicht, daß mit der Breite des Frequenzbandes auch die Größe des Störgeräusches anwachse, soll durch die Versuche von A. widerlegt sein, eine nähere Erklärung hierfür steht noch aus. Bei den Versuchen betrug die größte Verstimmung bei 7 m Trägerwelle (40 MHz) etwa ¼ %, die Bandbreite also etwa 200 kHz. Das Verhältnis der größten Verstimmung gegenüber der Trägerwelle zur höchsten Modulationsfrequenz von 10 000 Hz ergibt sich damit zu 10, während die gleiche Zahl bei der Amplitudenmodulation 1 beträgt. Nach Angaben wurde durch die Frequenzmodulation die Reichweite des Senders von 25 auf 100 englische Meilen vergrößert (40 auf 160 km). Hierbei spielt der Umstand eine Rolle, daß der frequenzmodulierte Sender bei jedem Modulationsgrad voll ausgenutzt wird. Ein Empfang der frequenzmodulierten Zeichen mit normalen Empfängern ist nicht möglich, es muß am Empfänger zunächst die Frequenzmodulation in eine Amplitudenmodulation umgewandelt werden. Dies kann grundsätzlich geschehen durch die Verwendung von Resonanzkreisen, die unsymmetrisch auf die Trägerwelle abgestimmt sind. Die an den Kreisen entstehende Spannung ist dann von der einfallenden Frequenz abhängig. Die Schwierigkeit besteht darin, bei der Umwandlung eine der Frequenzmodulation genau proportionale Amplitudenmodulation zu erzielen. Es ist anzunehmen, daß Fortschritte in dieser Richtung einen wesentlichen Teil der Arbeiten von Armstrong ausmachen. [Electronics 8 (1935) S. 188.] *Mbs.*

Hochspannungstechnik.

621. 3. 022 : 621. 313. 12. 015. 33 : 551. 59 **Wirkungen von Blitzströmen und künstlichen Stoßströmen derselben Größe.** — In einigen amerikanischen Prüffeldern bestehen Stoßanlagen, mit denen Stoßströme von mehr als 100 kA Stromstärke erzeugt werden können[1]). Über einige aufschlußreiche Vergleichsversuche, die mit der Hochstrom-Stoßanlage von Westinghouse durchgeführt worden sind, berichtet B e l l a s c h i. Untersucht wurden folgende Wirkungen hoher Stromstöße: Verdampfen und Schmelzen von Drähten, Zusammenquetschen von Rohren, Zusammenschmelzen parallel verlegter Drähte, Schlag-, Spreng- und magnetische Wirkungen.

Die magnetisierende Wirkung des elektromagnetischen Feldes der Stoßströme ist in den letzten Jahren, wie in Deutschland[2]), auch in Amerika[3]) zur Stromstärkenmessung bei Blitzeinschlägen in Freileitungsmasten verwendet worden. Diesem Meßverfahren sind auch die ersten umfangreichen, stichhaltigen Stromstärkenwerte natürlicher Blitzströme zu verdanken. Mit künstlichen Stoßströmen von derselben Größenordnung hat man die verschiedenen Blitzwirkungen nachgeahmt und sie mit beobachteten Auswirkungen natürlicher Blitzschläge verglichen. Über den Querschnitt metallener Leiter, den ein Blitzstrom von 100 bis 150 kA (das kann etwa als Größenordnung der seltener vorkommenden höchsten Stromstärkenwerte natürlicher Blitze angenommen werden) zu schmelzen vermag, liegen zahlreiche Angaben und Beobachtungen vor. Danach sind in vielen Fällen Kupfer- oder Bronzedrähte von 2 bis 4 mm² Querschnitt bei Blitzeinschlägen verdampft worden. Auch ist es vorgekommen, daß Drähte von 5 bis 10 mm² Querschnitt an der vom Blitz getroffenen Stelle durch- oder angeschmolzen worden sind. Entsprechende Versuche mit künstlichen Stoßströmen haben die Beziehung $I^2 T_h = k^2 q^2$ ergeben. Darin bedeutet: I Scheitelwert des Stoßstromes in A, T_h Halbwertdauer des Stoßstromes in µs, q Leiterquerschnitt in mm² und k Kenngröße für Kupfer 320 000, Bronze 200 000, Stahl 220 000, Aluminium 200 000. Danach ist z. B. zum Verdampfen eines Kupferdrahtes von 3 mm² Querschnitt (Durchmesser rd. 2 mm) ein Stoßstrom von 100 kA mit einer Halbwertdauer von 100 µs erforderlich. Die festgestellten Schmelzwirkungen natürlicher Blitze lassen also auf Ströme zwischen 100 und 200 kA schließen. Daß Rohre mit mäßiger Wandstärke bei Blitzeinschlägen zusammengequetscht werden, ist schon beobachtet worden. Künstliche Stoßversuche haben ergeben, daß z. B. ein Rohr von rd. 14 mm Außendurchmesser und 0,25 mm Wandstärke schon nach einem Stoßstromdurchgang von 140 kA zusammengedrückt worden ist und daß einige weitere Entladungen derselben Stromstärke das Rohr noch weiter zusammenquetschten. Bei Blitzeinschlägen kommt diese Wirkung wahrscheinlich durch rasch aufeinanderfolgende Mehrfachentladungen zusammen mit der Wärmewirkung auch bei größeren Wandstärken zustande. Es ist auch schon beobachtet worden, daß zwei in 100 bis 150 mm Abstand parallel laufende isolierte Drähte bei Blitzeinschlägen aus der Isolierhülle herausgerissen und miteinander verschmolzen worden sind. Auch diese Wirkung hat im Prüffeld mit mehreren rasch aufeinanderfolgenden Stoßströmen von 140 kA nachgeahmt werden können. Auch Spreng- und Schlagwirkungen, die bei natürlichen Blitzeinschlägen an Holzmasten, Isolatoren, Betongründungen auftreten, können mit künstlichen Stoßströmen erhalten werden. Versuche an Rohren aus Vulkanfiber haben ergeben, daß innere Überdrücke von 700 bis 1400 kg/cm² und mehr vorkommen können, wenn der Stoßstrom in dem Rohr auf weniger als 20 mm Durchmesser zusammengeschnürt wird. Sehr wichtig sind auch die eingehenden Untersuchungen über den Durchmesser künstlicher Stoßstromentladungen von 100 bis 150 kA. Photographische Aufnahmen einer Entladung mit 140 kA aus 3 m Abstand haben etwa 100 mm Durchmesser, solche aus 5 m Entfernung 200 bis 250 mm Durchmesser ergeben. Auf einem polierten 0,5 mm starken Kupferblech, auf das man die Entladung durch die Wirkung einer kleinen Spitze hingelenkt hat, hat man eine Spur des Stoßstromes von 15 mm Durchmesser mit einem feinen Loch in der Mitte festgestellt. Man kann also mit einem Kerndurchmesser der Stoßstrom- bzw. Blitzentladung von 10 bis 20 mm rechnen. Schließlich werden noch die in Amerika und Deutschland gemessenen Blitzstromstärken miteinander verglichen und festgestellt, daß die gefundenen Werte sehr gut übereinstimmen[1]). [P. L. B e l l a s c h i, Electr. Engng. 54 (1935) H. 8, S. 837.] *Gd.*

[1]) s. ETZ 55 (1934) S. 1181.

[2]) H. G r ü n e w a l d, ETZ 55 (1934) S. 505 u. 536; H. Z a d u k, ETZ 56 (1935) H. 17, S. 475; H. G r ü n e w a l d, Elektr. Wirtsch. 34 (1935) S. 454.

[3]) s. ETZ 55 (1934) S. 1280 u. ETZ 56 (1935) H. 5, S. 108.

Chemie.

621. 355. 2 **Einfluß tiefer Temperatur auf den Bleisammler.** — Bei großer Kälte versagen manchmal Starterbatterien. Georges G é n i n erörtert an Hand der neueren Veröffentlichungen, besonders von V i n a l, welchen Einfluß tiefere Temperaturen auf die Leistung des Bleisammlers haben. Die Kapazität bei 25 ° zu 100 gesetzt ist bei 0 ° 73, bei — 10 ° 58, bei — 20 ° 42. Für fünfstündige Entladung sinkt sie also um etwa 1,3 % für jeden Grad. Für rasche Entladung ist aber der Temperaturkoeffizient größer, z. B. für 20 min (was der sehr starken Belastung beim Starten entspricht) etwa 1,8. Diese Minderung könnte dem steigenden Widerstande des Elektrolyten und der sinkenden EMK zugeschrieben werden. Tatsächlich steigt der spezifische Widerstand der Schwefelsäure stark, z. B. ist er für die Säuredichte 1,30 (so starke Säure verwendet man öfter für Starterbatterien) bei 25 ° 1,28, bei 0 ° 1,92, bei — 18 ° (0 ° Fahrenheit) 2,39. Aber weil der innere Widerstand der Zellen an sich sehr klein ist, so hat diese Zunahme keinen wesentlichen Einfluß. Die EMK gar sinkt sehr wenig; bei der Säuredichte 1,28 ist sie 2,116, bei — 20 ° 2,106 (für den geladenen Sammler). Von ausschlaggebender Bedeutung ist die höhere Z ä h i g k e i t des kalten Elektrolyten; bei — 20 ° ist sie je nach der Dichte 3- bis 4mal so groß wie bei + 20 °. Je zäher die Säure ist, um so langsamer wandert sie in die Poren

[1] Vgl. ETZ 56 (1935) H. 17, S. 475, Abb. 3.



der aktiven Masse, und um so rascher verarmt der Elektrolyt innerhalb der Platten bei der Stromentnahme. Schon bei gewöhnlicher Temperatur kann, wenn die Batterie beim Starten bis 300 A hergeben muß, die Diffusion die Säure, welche durch den Entladungsvorgang als Bleisulfat gebunden wird, bei weitem nicht rasch genug ersetzen, so daß die Klemmenspannung stark abfällt. Nun gar bei — 18 ° stürzt sie in ein paar Minuten von 6 auf 3 V bei der üblichen 3 Zellen-Batterie. Da unter 2,5 V Starten nicht mehr möglich ist und der Spannungsverlust in der Leitung bei 300 A wohl 0,5 V betragen kann, so sind 3 V die untere Grenze für die zulässige Klemmenspannung. Das Starten dauert bei dieser geringsten Spannung über 3 min, bei 3,3 V dagegen ½ min und bei 4 V nur 4 s vorausgesetzt, daß Motor und Batterie in tadellosem Zustand sind. An dem Sinken der Kapazität bei tiefer Temperatur sind übrigens die negativen Platten mehr Schuld als die positiven. Bei sehr großer Kälte kann der Elektrolyt Eiskristalle ausscheiden; aber bei der Säuredichte 1,20 tritt dies erst bei — 27 ° ein. Wenn indessen durch Entladung oder Sulfatierung (Bildung von Bleisulfat im ruhenden Sammler) die Säuredichte in den Poren auf 1,17 sinkt, so können bei — 20 ° Eiskristalle in den Poren der Masse auftreten, sie ausweiten und Masse aus dem Gitter herausdrängen. Für die Dichte 1,15 tritt dies bei — 15 °, für 1,10 schon bei — 7,7 ° ein, für 1,25 dagegen erst bei — 52 °. Günstig ist, daß der Strom die Zellen erwärmt. Indessen soll man in kalten Gegenden und großen Höhen jedenfalls dem Gefrieren vorbeugen, indem man die Säuredichte überwacht und durch rechtzeitiges Aufladen die Sulfatbildung verhütet. Die Säuredichte gar über 1,30 zu steigern, wäre falsch, weil dadurch zerstörende chemische Umsetzungen arg beschleunigt werden. [Rev. gén. Électr. 37 (1935) S. 728.] *K. A.*

Werkstatt und Baustoffe.

621. 367 : 621. 791 **Die elektrische Hartlötung von Bronze auf Stahl.** — Das Anbringen einer Bronzelage auf Stahl beim Bau der Schleifringe für die Motoren der neuen elektrischen Pennsylvanialokomotiven bietet ein praktisches Beispiel für die Ausführung dieser Arbeit mit Hilfe des elektrischen Lichtbogens. Die Verbindung von Bronze und Stahl erfolgt dabei nicht durch Schweißen, sondern durch Hartlöten, wobei man zunächst darauf zu achten hat, daß die Stahlunterlage nicht zum Schmelzen kommt, daß vielmehr die beiden Metalle durch Hartlöten miteinander vereinigt werden, ferner muß die abgelagerte Bronze möglichst schnell abgekühlt werden, damit sich auf dem Metall keine porigen Stellen bilden. Man verwendet dabei Metallelektroden aus Phosphorbronze und wählt als Bronzedicke für die Auflage auf dem Stahl eine solche von 4,8 bis 6,4 mm. Damit der Stahl nicht übermäßig erhitzt wird, richtet man den Lichtbogen nicht auf ihn selbst, sondern auf die Bronzeschicht, indem man auf die Weise diese letztere vorwärts treibt. Der Stahl wird nur indirekt, aber nicht durch unmittelbare Berührung mit dem elektrischen Lichtbogen erwärmt. Man regelt die schnelle Abkühlung durch einen geeigneten Elektrodendurchmesser, durch den Strom, durch die Arbeitsgeschwindigkeit und durch die Temperatur der Stahlunterlage. Man muß dann auf eine besondere Reinheit des Stahles achten, damit Oberflächenverunreinigungen keinen Anlaß zur Bildung von Poren auf der Bronzeschicht geben. Die Stromdichte wird nach dem Elektrodendurchmesser bestimmt. Bei richtigen Stromverhältnissen schmilzt die Elektrodenspitze in Form großer Tropfen ab, wobei die abgelagerte Bronze vorwärtsgetrieben wird. In dem oben aufgeführten Beispiel des Anbringens von Bronze auf die Schleifringe von Motoren verfährt man praktisch so, daß diese Ringe auf einer senkrechten Drehscheibe angeordnet sind, die an der Hartlöt-Lichtbogenflamme vorbeiziehen. Die sich entwickelnden Gase werden dabei durch eine Saugvorrichtung abgezogen. Dann sind besondere Stahlbürsten vorhanden für die Reinigung jeder Bronzeschicht vor dem Auftragen einer weiteren. [Iron Age 136 (1935) H. 1, S. 22 u. 178.] *Kp.*

620. 1 : 538. 21 **Stand der Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der ferromagnetischen Werkstoffe.** — Die grundlegenden Beziehungen zwischen dem magnetischen Verhalten und der Konstitution der Legierungen lassen sich in den Sätzen zusammenfassen, daß der Magnetisierungsverlauf bei hohen Feldstärken bedingt ist durch die kristallographisch-atomare Besetzung des Raumgitters, während der Anfangs- und Mittelteil der Kurve bzw. die Hystereseschleife wesentlich abhängt von den elastischen Verzerrungen des Raumgitters bzw. den ihnen zugrunde liegenden inneren Spannungen. Derartige Spannungsursachen sind: Magnetostriktion, äußere Beanspruchungen (Zug, Druck, plastische Verformung u. a.), deren Wirkung in Einzelfällen sogar quantitativ erfaßt werden konnte, Spannungen aus Umwandlungen (Stahlhärtung u. a.) und schließlich, erst durch die metallphysikalischen Untersuchungen der letzten Jahre in ihrer Bedeutung erkannt, Spannungen durch Einbettung einer zweiten Kristallart in ein Grundgefüge. Selbst geringfügige Ausscheidungen dieser Art können die für homogene Metalle und feste Lösungen charakteristische Form der schmalen Hystereseschleife (Koerzitivkräfte bis unter 0,01 Ø) unterbinden, und umgekehrt lassen sich durch absichtliche Herstellung eines heterogenen Gefüges erhebliche Schleifenverbreiterungen (Hc über 1000 Ø) erzielen. Die wissenschaftliche Beherrschung dieser Zusammenhänge versetzt uns daher in die Lage, Werkstoffe mit vorgegebenen Eigenschaften planmäßig herstellen zu können. Auf dem Gebiet der magnetisch weichen, also spannungsarmen Stoffe ergab sich, daß für das gewöhnliche technische Eisen die Erreichung hoher Permeabilitätswerte verhindert wird durch die Strukturspannungen infolge kleinster heterogen ausgeschiedener Beimengungen, durch deren Beseitigung sowohl im betriebsmäßigen Verfahren hochwertige Eisensorten hergestellt (Carbonyleisen, μ_0 über 2000) als auch laboratoriumsmäßig Anfangspermeabilitätswerte über 14 000 und μ_{max} über 250 000 erreicht werden konnten (Wasserstoffglühung nach Cioffi), doch sind gerade die hochpermeablen Weicheisensorten noch mit erheblichen Nachwirkungsverlusten belastet. Fortschritte wurden weiter erzielt bei Stahlguß mit hoher Induktion, bei Gußeisensorten und bei Legierungen mit besonderen magnetoelastischen Eigenschaften. Bei den silizierten Blechen gelang es, durch schmelz- und wärmetechnische Maßnahmen (Verwendung von Carbonyleisen als Grundmetall, Goß-Verfahren u. a.) Anfangspermeabilitäten von etwa 1000 und μ_{max} über 20 000 zu erreichen. Vielversprechende Versuche liegen weiter vor, unter Umgehung des Schmelz- und Walzverfahrens Dynamobleche unmittelbar durch elektrolytische Abscheidung und Aufdampfen eines widerstandserhöhenden Zusatzstoffes herzustellen. Die Überlegenheit der Ni-Fe-Legierungen gegenüber dem Weicheisen beruht darauf, daß hier von vornherein die Strukturspannungen aus Verunreinigungen gegenüber den Magnetostriktionsspannungen zurücktreten. Höchstwerte der Permeabilität konnten erreicht werden durch Wahl von Legierungen hoher Reinheit und relativ kleiner Magnetostriktion (neuerdings μ_0 bis 30 000) sowie durch Glühbehandlung im Magnetfeld, wobei durch Kristallerholung die restlichen Magnetostriktionsspannungen kompensiert werden. Bei den Werkstoffen mit konstanter Permeabilität ist auf Mischkörper aus geschichteten Blechen sowie auf die neuen Isoperm-Legierungen hinzuweisen, bei denen die Schräglage der Magnetisierungskurve durch eine orientierte Ausscheidungshärtung bzw. den dadurch bewirkten gerichteten Spannungszustand hervorgerufen wird. Schließlich wurden auf dem Gebiet der Dauermagnetstähle neue Legierungen entwickelt, bei denen der zur Erzielung der breiten Hystereseschleife notwendige Spannungszustand nicht durch Unterdrückung einer Umwandlung, sondern durch ein heterogenes Gefüge (Ausscheidungshärtung) erzielt wird, und die sowohl höhere Werte der Güteziffern erreichen als auch infolge ihres andersartigen Aufbaus neue Anwendungsgebiete erschließen. Auch hier ließen sich in den letzten Monaten durch konstruktive Maßnahmen weitere Fortschritte erreichen, insbesondere durch Herstellung von Preßmagneten (Tromalit), die die Herstellung beliebiger Magnetformen erlauben. Umfang und Arten aller dieser Werkstoffe, Eigenschaften und Verwendungsgebiete werden besprochen. Hinsichtlich der Zukunftsaussichten vertritt der Verfasser die Ansicht, daß in magnetischer Beziehung wesentliche Fortschritte in den nächsten Jahren nicht mehr zu erwarten sind, daß die Entwicklung sich vielmehr der Ausbildung preiswerter Herstellungsverfahren sowie konstruktiven Maßnahmen zuwenden werde. [A. Kußmann, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 5, S. 297.]



620. 1: 538. 2 **Magnetische Werkstoffe.** — Ein dem vorstehenden ähnlicher, wenn auch nicht so vollständiger Bericht über den Zusammenhang zwischen magnetischen Eigenschaften und Struktur ist kürzlich im amerikanischen Schrifttum erschienen; Gang und Zahlenangaben entsprechen, wie nicht anders zu erwarten, dem oben referierten Aufsatz, während im einzelnen natürlich etwas veränderte Gesichtspunkte in den Vordergrund gestellt sind. Die Betrachtung geht auch hier von den metallographischen Leitsätzen aus, daß bei magnetisch weichen Stoffen mit schmaler Hystereseschleife und hoher Permeabilität gefügemäßig eine feste Lösung der Atomarten bzw. Fernhalten aller Ausscheidungen erforderlich sind, während bei magnetisch harten Stoffen umgekehrt ein möglichst heterogenes Gefüge verlangt wird. Von den Eigenschaften der reinen Metalle ausgehend wird sodann an Hand des Schrifttums ein Überblick über die verschiedenen Beeinflussungsmöglichkeiten gegeben, wobei sich die Darstellung in folgende Unterabschnitte gliedert: Technische Eisensorten, insbesondere die Verfahren der Herstellung und Reinigung (Vakuumschmelzung, Verfahren von Cioffi u. a.), Eisen-Nickel-Legierungen, bei denen außer einem guten Überblick über die theoretischen Deutungen des Permalloyproblems die neueren Untersuchungen über die Glühung im Magnetfeld behandelt werden, und Legierungen mit konstanter Permeabilität, bei denen sich der Bericht allerdings auf Fe-Ni-Co-Legierungen (Perminvare) und einige Angaben über die mechanische Zerkleinerung von Massekernwerkstoffen beschränkt. Es folgt sodann ein ausführlicher systematischer Überblick über die Dauermagnetstähle, unterteilt in Kohlenstoffstähle, Verfahren der Aushärtung und Aushärtungsstähle und schließlich ein Kapitel über Oxydmagnete. Ein ausführliches Schrifttumsverzeichnis ist beigegeben. [W. C. Ellis u. E. E. Schumacher, Bell Syst. techn. J. 14 (1935) S. 8.] *Kmn.*

Verschiedenes.

622. 32 (062) **Mineralöltagung 1935.** — Die Deutsche Gesellschaft für Mineralölforschung und die Brennkrafttechnische Gesellschaft hatten eine gemeinsame wissenschaftliche Tagung in Berlin vom 26. bis 28. 9. veranstaltet. Wie E. R. Fischer ausführte, macht die Außenhandelslage eine weitgehende Unabhängigkeit der Energiewirtschaft von der ausländischen Einfuhr notwendig. Hierzu ist die Steinkohle und Braunkohle in jeder Form nutzbar zu machen. Der Verbrauch an Mineralölen wird ferner durch Zuhilfenahme anderer Energiequellen wie besonders der Elektrizität im Verkehr und Industrie verringert[1]). Über geoelektrische Aufschließungsarbeiten unter Benutzung von Bohrlöchern sprach Hummel, Hannover. Letztere gestatten, die elektrischen Meßgeräte möglichst nahe an die zu erforschenden unzugänglichen Gebiete heranzubringen. Ein Vorteil der elektrischen Verfahren ist, daß der elektrische Zustand des Untergrundes nicht nur leicht meßbar ist, sondern auch über Material und Gefüge der Erdkruste die beste Auskunft gibt. Bekannt ist das Wennersche Verfahren[2]). Berichtet wurde über ein neues von der Seismos zum Patent angemeldetes Verfahren, dem die Messung elektrischer Strömungsströme zugrundeliegt, die durch kapillare Flüssigkeitsströmungen erzeugt werden. Diese entstehen beim Niederbringen eines Bohrlochs durch Druckunterschiede zwischen der Spülung und der Gesteinsflüssigkeit, indem die Bodenfeuchtigkeit aus dem Gestein in das Bohrloch oder aus dem Bohrloch in das Gestein dringt. Zur Messung der Strömungsströme verwendet man zweckmäßig die Neumann-Wennersche Elektroden- und Sondenanordnung, bei der von zwei Elektroden aus ein Strom durch den Boden geschickt wird, während mittels zweier Sonden der Spannungsabfall gemessen wird. Der hineingesandte künstliche Strom wird derart geregelt, daß der natürliche Strom, dessen Stärke bestimmt werden soll, gerade kompensiert wird, d. h. der Spannungsabfall an den Sonden verschwindet. Die Stromdichte im Untergrund kann aus dem hineingesandten künstlichen Strom und der geometrischen Anordnung von Elektroden und Sonden durch einen einzigen Meßvorgang bestimmt werden. Die Leitfähigkeit des Materials fällt bei dieser Meßweise zur Ermittlung der Gesteinsporosität heraus. Diese gibt weitgehenden Aufschluß über Schichtgrenzen und Gesteinsmaterial und läßt Vermutungen über den Gehalt etwaiger Flüssigkeiten zu.

Einen bedeutsamen Beitrag zur Versorgung Deutschlands mit flüssigen Kraftstoffen wird nunmehr nach dem Vortrag von Fischer vom Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschung die von ihm gemeinsam mit H. Tropsch entwickelte Benzinsynthese aus Wassergas liefern. Auf Grund der Ergebnisse in der Ende 1934 von der Ruhrchemie A.-G. in Betrieb genommenen Großversuchsanlage ist der Bau von Fabrikationsanlagen beschlossen worden. Zwei Drittel der erzeugten Gesamtmenge an Ölen ist Benzin (Kogasin). Schulte, Essen, sprach zur Bedeutung der Steinkohle für die Energieerzeugung Deutschlands. Diese sollte bei ihrem reichen Vorkommen, das bei der heutigen Förderung rd. 2000 Jahre reicht, besonders benutzt und jede Möglichkeit hierfür ausgenutzt werden. Bei den Elektrizitätswerken hat seit dem Kriege eine starke Verlagerung von der Steinkohle zur Braunkohle und Wasserkraft stattgefunden. Die Anteile sind heute: Steinkohle 39 %, Braunkohle 40 %, Wasserkraft 20 %, Verschiedene 1 %. Die Versorgungsgebiete der Werke seien zu groß geworden. Über 100 km sei der Transport von Steinkohle billiger als von Elektrizität. So sollten soweit als angängig Kraftwerke in den Verbrauchschwerpunkten angelegt werden. Es sei nicht zu vertreten, daß in einem Kohlengebiet Pumpspeicherwerke gebaut werden. Zur Spitzendeckung sei der Industriestrom heranzuziehen und Überschußenergie durch die Kraftwerke zu leiten. Die Verbreitung von Elektrizität und Gas unter die weniger bemittelte Bevölkerung sei durch geeignete Tarife zu fördern. Der Kohlenstaubmotor gibt ein Mittel, Dieselöl einzusparen und den Kohlenverbrauch zu erhöhen. Nach dem Vortrag von Wahl, Elbing, ist die Entwicklung des Motors in Hinblick auf Staubförderung, Verbrennung und Verschleiß jetzt so weit gediehen, daß nur noch die Dauerbetriebsfähigkeit des Motors zu erbringen ist. Auf der Schichauwerft wird daran gearbeitet, und in absehbarer Zeit sollen die ersten Staubmotore auf den Markt kommen. Möglichst aschearme Kohlen für den Staubmotor bis zu etwa 1 % Aschegehalt werden im Ruhrgebiet erprobt. Auch wird an dem kompressorlosen Staubmotor gearbeitet, um von dem jetzt hohen Luftverbrauch für die Staubeinblasung freizukommen.

Die Altölaufarbeitung ist, wie C. Walther, Berlin, ausführte, zur Förderung der Ersparnis noch zu verallgemeinern. Wie bereits seit einem Jahrzehnt ständig Überwachung und Wiederaufbereitung für die Transformatoren- und Turbinenöle in den großen Elektrizitätswerken erfolgt, so sollten auch im Autobetrieb und in der Maschinenindustrie in den Fabriken anfallende Altöle gesammelt und Aufarbeitungsanstalten zugeleitet werden. *Pge.*

AWF-Rechenkurse 1935/36. — Auch in diesem Jahre findet ein Kursus statt. Für Hörer ohne Vorkenntnisse sind Vor- und Hauptkurse, für solche mit Vorkenntnissen, insbesondere für die Hörer früherer Kurse, Übungs- und Sonderkurse vorgesehen, und zwar nach folgendem Plan:

Vorkursus: Grundlagen. 3 Doppelstunden, Dienstag 5., 12., 19. 11. 1935. Kosten: 2,50 RM.

Hauptkursus: Selbstanfertigung von Rechentafeln und Rechenstäben. 7 Doppelstunden. Dienstag 26. 11.; 3., 10., 17. 12. 1935; 7., 14., 21. 1. 1936. Kosten: 5,50 RM.

Übungskursus: Übung an praktischen Beispielen. 4 Doppelstunden. Dienstag 28. 1.; 4., 11., 18. 2. 1936. Kosten: 3 RM.

Sonderkursus: Schwierigere und neuere Aufgaben der Nomographie. 4 Doppelstunden. Dienstag 3., 10., 17., 24. 3. 1936. Kosten: 3 RM.

Alle Kurse finden von 18 bis 20 h im Falk-Realgymnasium, Berlin, Lützowstr. 84 D (Privatstraße) statt. Zum ersten Male soll auch ein Kursus in Bochum stattfinden.

Anmeldungen sind an den Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung, Berlin NW 7, Luisenstr. 58, Fernspr.: D 2 5301, zu richten; für den Kursus in Bochum an den AWF oder an Dipl.-Ing. Kießler, Bochum, Hugo-Schultzstr. 47.

[1]) Zu den Ausführungen von E. R. Fischer sei bemerkt, daß sich die Wirtschaftlichkeit der Elektrizität im Nahverkehr bereits erwiesen hat. So hat z. B. die Reichspostdirektion Berlin schon vor 10 Jahren für den Postpaket-Zustellungsdienst mehrere hundert elektrisch betriebene Wagen eingestellt (im gesamten Reichspostgebiet sind z. Z. etwa 2400 elektrische Fahrzeuge im Dienst), deren wirtschaftliche Überlegenheit im Nahverkehr gegenüber den brennstoffbetriebenen Fahrzeugen bewiesen ist (vgl. hierzu: F. Hubrig, ETZ 56 (1935) H. 22, S. 612). Die Wiss. Leitung.

[2]) ETZ 56 (1935) H. 21, S. 582.



VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.
(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftsstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Jungingenieure beim VDE.

Die Vortragsabende des Elektrotechnischen Vereins haben von jeher einen großen Zuspruch aus den Kreisen jüngerer Ingenieure und insbesondere auch aus den Reihen der Studenten der Technischen Hochschule Berlin, mit welcher der Verein stets in engster Fühlung stand, gefunden. Auch die gemeinsam mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule veranstalteten Vortragsreihen aus der Elektrotechnik und ihren Grenzwissenschaften haben eine große Anziehungskraft auf jüngere Fachgenossen ausgeübt. Bei all diesen Veranstaltungen haben sich die jüngeren Herren zwar als eifrige Zuhörer gezeigt; sie haben aber nicht genug Gelegenheit genommen, sich an den Aussprachen über die gehaltenen Vorträge zu beteiligen. Das war kaum anders zu erwarten, weil bei den durchweg außerordentlich stark besuchten Vereinsabenden naturgemäß jeweils nur ein kleiner Teil der Anwesenden zu Worte kommen konnte. Es ist daher verständlich, daß die Aussprache großenteils von älteren Fachleuten getragen wurde, welche wesentliche Mitteilungen aus ihrer Praxis heraus beisteuern konnten.

Der Übelstand, daß die Jugend sich hier nicht entfalten konnte, ist schon frühzeitig erkannt worden. Um ihn zu beseitigen, hat man beim EV „Vortrags- und Diskussionsabende für jüngere Fachgenossen" veranstaltet. Auf ihnen haben jüngere Herren oft Gelegenheit genommen, sich in Rede und Gegenrede auf den verschiedensten Gebieten der Elektrotechnik zu betätigen.

Diese Einrichtung soll jetzt weiter ausgebaut werden. In diesem Sinne wird das Jungingenieurwesen beim VDE, Gau Berlin-Brandenburg, in Zukunft wie folgt gestaltet:

Ein besonderer Ausschuß für Jungingenieurwesen wird gebildet. Um eine Verbindung mit den Hauptvorträgen herzustellen, wird der Leiter dieses Ausschusses auch dem Ausschuß für das allgemeine Vortragswesen angehören, welcher wie bisher beim EV so auch weiterhin das Vortragswesen allgemein bearbeitet. Insgesamt setzt sich der Jungingenieurausschuß zusammen aus seinem Leiter, dessen Stellvertreter und den Leitern der einzelnen Arbeitsgemeinschaften, welche nunmehr für die verschiedenen Fachrichtungen gebildet werden.

Folgende Arbeitsgemeinschaften werden zunächst eingerichtet:

Elektr. Maschinen und Transformatoren,
Hochspannungstechnik,
Niederspannungstechnik,
Industrieanlagen,
Kabeltechnik,
Meßtechnik,
Fernmeldetechnik,
Hochfrequenztechnik,
Theoretische Elektrotechnik,
Theoretische Elektrophysik,
Elektromedizin.

Natürlich ist nicht daran gedacht, Grenzmauern zwischen den einzelnen Fachgebieten zu errichten. Es wird im Gegenteil oft Gelegenheit genommen werden, die einzelnen Kreise auch durch gemeinschaftliche Veranstaltungen in Fühlung miteinander zu halten.

Sämtliche auf den verschiedenen Gebieten der Elektrotechnik tätigen Jungingenieure Groß-Berlins sind zu allen Veranstaltungen herzlich willkommen!

Als Versammlungsstätte ist zunächst das Landwehr-Kasino gewählt worden, weil es in unmittelbarer Nähe des Bahnhofs Zoologischer Garten bequem erreichbar ist und sich auch für anschließende kameradschaftliche Zusammenkünfte sehr gut eignet. Die erste Veranstaltung findet am 5. 11. 1935 dort statt. Näheres ist aus der untenstehenden Einladung zu ersehen.

Weitere Auskünfte erteilt in der Geschäftsstelle des EV (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, II, VDE-Haus, Fernruf C 4 Wilhelm 8885) der neue Geschäftsführer des EV, Dr.-Ing. H. Burghoff VDE. *Mtt.*

Einladung

zum Abend der

VDE-Jungingenieure

am 5. November 1935 um 20 Uhr im Landwehrkassino, Jebensstraße 2, hinter dem Bahnhof „Zoologischer Garten".

Tagesordnung:

1. Begrüßung.
2. Bericht über die bisherige Arbeit der elektrotechnischen Arbeitsgemeinschaften.
3. Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. Georg August über „Fernwirkanlagen". Mit Aussprache.
4. Mitteilungen über die weitere Arbeit der Jungingenieure.

Im Anschluß an die Tagesordnung findet im Landwehrkasino ein kameradschaftliches Beisammensein statt.

Alle in der Elektrotechnik tätigen Jungingenieure und Studenten Berlins sowie alle Freunde der Jungingenieurbewegung sind zu dieser Veranstaltung eingeladen.

Eintritt und Garderobe frei.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff.

A. Schmidt.

Ministerialrat Dr. Arthur Schmidt, der nach seinem Ausscheiden aus dem Reichsdienst noch 11 Jahre lang als Generalsekretär des Elektrotechnischen Vereins tätig war, tritt am 1. 11. 1935 in den Ruhestand. Er hat durch seine reiche Verwaltungserfahrung dem Verein wertvolle Dienste geleistet und hat stets unermüdlich für die Interessen des EV seine ganze Kraft eingesetzt. Die große Liebenswürdigkeit, mit der er sich der einzelnen Mitglieder in allen Vereinsangelegenheiten annahm, hat ihm die Herzen aller gewonnen. Trotz seines vorgerückten Alters von 72 Jahren hat er treu ausgehalten, bis die Umwandlung des Vereins in den VDE-Gau praktisch durchgeführt war.



A. Schmidt.

Sein Nachfolger für die Geschäftsführung des nunmehrigen Gaues Berlin - Brandenburg des VDE ist Dr.-Ing. Hans Burghoff VDE. Er bringt neben einem durch mehrere wissenschaftliche Veröffentlichungen erwiesenen elektrotechnischen Fachwissen auch organisatorische und verwaltungstechnische Erfahrungen mit, die er sich in über zweijähriger Mitarbeit am Aufbau des Arbeitsdienstes erworben hat. *Mtt.*



Aus dem Gau Hansa.

Schweißtagung. — Aus Anlaß des 25jährigen Bestehens des Technischen Vorlesungswesens in Hamburg fand eine Technische Tagung statt, an der mit dem NSBDT Gau Hamburg sich eine Anzahl technisch-wissenschaftlicher Gesellschaften, Verbände und Ausschüsse beteiligten. Der wissenschaftliche Tagungsplan sah eine Reihe von rd. 40 Vorträgen vor, die sich mit den Gebieten des Schiffbaus, der Luftfahrt, der Schweißtechnik, der Betriebswissneschaft, der Normung usw. beschäftigten. Daneben wurden technische Besichtigungen, gesellschaftliche und kameradschaftliche Veranstaltungen durchgeführt. Die dreitägige Veranstaltung (vom 5. bis 7. 9. 1935) war von etwa 1200 Teilnehmern besucht und zeigte in den Vorträgen regste Anteilnahme. Im Rahmen dieser Veranstaltung wurde vom VDE Gau Hansa gemeinsam mit der Deutschen Gesellschaft für Elektroschweißung eine außerordentlich gut besuchte Vortragsreihe über Elektroschweißung unter der Leitung von Herrn Ritz veranstaltet. Herr Strelow, Hamburg, sprach im ersten Vortrag über den heutigen Stand der Lichtbogenschweißung und die Frage der Schweißerausbildung. Ausgehend von der 1915 einsetzenden Entwicklung der Lichtbogenschweißung im Schiffbau kennzeichnete der Vortragende die neueren Leistungen und behandelte das Gebiet der Elektroden eingehend, wobei er als Anhänger der nackten Elektrode ihr die besseren Durchschnittsleistungen zuerkennt. Breiten Raum in seinen Ausführungen beanspruchte die Schweißerausbildung, die Frage der Vorbildung, des Ausbildungslehrgangs, der Eignungsprüfung und späteren Verwendung. Die Ausführungen des Vortragenden, der über große Erfahrungen verfügt, wurden stark beachtet. Herr Stieler, Wittenberge, sprach über neuzeitliche Anwendungsbeispiele der Elektroschweißung im Reichsbahnbetriebe und über Röntgenstrahlen zur Prüfung von Schweißverbindungen. Die weitgehende Anwendung der Schweißtechnik in den Ausbesserungswerkstätten der Reichsbahn gab dem Redner wertvolle Unterlagen zur Darstellung der Instandsetzungs- und Neubauschweißungen von Fahrzeugen, Kranen, Brücken und sonstigen Stahlbauten. Bei der Bedeutung und Verantwortlichkeit in der Anwendung der Schweißkonstruktionen bei der Reichsbahn war die beste Prüfungsmöglichkeit der Schweißverbindungen eine selbstverständliche Forderung. Der Vortragende gab einen klaren Überblick über die bei der Reichsbahn stark geförderte Röntgenuntersuchung von Feuerbüchsen, Schiffskesseln, Brücken, Druckgasflaschen u. ä. Eine Ergänzung zu diesem Vortrag bildete die Vorführung und Ausstellung von Röntgenprüfgeräten in den Räumen des Vortragsgebäudes. Besonderes Interesse hatte der Vortrag von Herrn P. Claassen, Hamburg, der die Elektroschweißung beim Bau des Ostasienschnelldampfers „Potsdam" behandelte. Unter den Handelsschiffen ist dieser Neubau mit 61 000 lfd. m Schweißnaht ein Beispiel für die praktisch nicht mehr begrenzte Möglichkeit, Schiffe vollständig zu schweißen. Zahlreiche Lichtbilder gaben den Fachleuten erwünschten Einblick in die Schweißkonstruktionen von Doppelboden, Außenhaut, Spantensystem, Deckplatten, Wellenhosen, Ölbunker u. dgl. Den Beschluß der Vortragsreihe machte Herr Fr. Koch, Berlin, mit seinen Ausführungen über konstruktive Fragen bei der Anwendung der Elektroschweißung. Gestaltungs- und Festigkeitsfragen (Torsion und Schwingungsfestigkeit) beim Bau von Fahrzeugen und Werkzeugmaschinen bildeten den Inhalt des Vortrages, der von vorzüglichen Lichtbildern, auch solchen von neuartigen Widerstandsschweißmaschinen, unterstützt war. Der Berichter, der den VDE bei dieser Veranstaltung vertrat, betonte in seinem Schlußwort die elektrowirtschaftliche Seite der elektrischen Schweißverfahren, die in dem starken Bedarf an Elektroschweißgeräten und Zubehör und in einem steigenden Stromverbrauch (z. Z. über 250 Mill kWh) sich zeigt. Als echtes Arbeitsbeschaffungsmittel verdient die Elektroschweißung weiteste Verbreitung, besonders im Kleinbetrieb und Handwerk muß die Werbung stärker betrieben werden. Wundram VDE, Hamburg.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Braunschweig. 7. 11. (Do), 20 h, T. H. Hochspannungsinst.: „Aluminium in der Kabeltechnik, im Ortsnetz-Freileitungsbau und in Verteilungsanlagen" (m. Lichtb.). Dipl.-Ing. Fr. Brinkmann.

VDE, Gau Niederschlesien, Breslau. 5. 11. (Di), 20 h, T. H. gr. Hörsaal E. I.: „Aluminiumkabel, deren Verwendung und Verlegung unter besonderer Berücksichtigung der Herstellung ihrer Verbindungsstellen." Obering. Otten.

VDE, Gau Ostpreußen, Königsberg i. Pr. 4. 11. (Mo), 20 h, Physikal. Inst.: „Die Bedeutung des Lichtes als Gestalter des Arbeitsplatzes." Dr. W. Köhler.

Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin in Gemeinschaft mit dem Bezirksverein Deutscher Ingenieure. 6 Vorträge über Kunststoffe.

1. 6. 11. (Mi), 19 h 30 m, T. H. Hörs. E. B. 301: „Neue deutsche Werkstoffe." Prof. Dipl.-Ing. Bürgel.

Angaben über die anderen 5 Vorträge folgen im nächsten Heft.

Karten für die ganze Reihe (für Einzelvorträge werden keine ausgegeben) sind für 2 RM beim Außeninstitut der T. H. bzw. im VDI-Haus erhältlich.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft (DLTG) Gau Nord und Mitte. 3 Vorträge im Rahmen der Aufklärungswelle „Schone Dein Auge" in der T. H. Berlin, 17 h 30 m:

1. 7. 11. (Do), Hörsaal 141, „Das Wunder des Auges — die Bedeutung des Auges für Wohlbefinden und Arbeitsleistung". Medizin.-Rat Dr. H. Gerbis.

Angaben über die Vorträge am 21. 11. und 5. 12. folgen in H. 45.

Berichtigungen.

In dem Heft 32 der ETZ 56 (1935) hat sich in dem Aufsatz „Die Elektrisierung der Paris—Orléans-Bahn" auf S. 895 in dem letzten Absatz der linken Spalte ein Fehler eingeschlichen. Es muß in der dritten Zeile dieses Absatzes heißen, daß in dem Stahl-Aluminium-Seil verzinktes Stahlseil und nicht, wie irrtümlich angegeben, verkupfertes Stahlseil enthalten ist. Selbstverständlich wird auch nach französischer Ansicht ein Zusammenbringen von Kupfer und Aluminium als unstatthaft angesehen.

Dem Bericht ETZ (1935) H. 43, S. 1184, über „Haushaltstromabnahme der V. S. Amerika" tragen wir zu Abb. 1 und 2 die folgenden Legenden nach:

Zu Abb. 1: *a* Gesamtverbrauch, *a* ··· *b* Kühlschränke, *b* ··· *c* Herde, *c* ··· *d* Heißwasserspeicher, *d* ··· *e* Rundfunk, *e* ··· *f* größere Geräte, *f* Beleuchtung und Kleingeräte.
Zu Abb. 2: *a* mittleres Einkommen, *b* mittlerer Stromverbrauch.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Wissenschaftliche Leitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 44. Wer liefert Ölkästen aus Wellblech für Transformatoren von 30 bis 500 kVA?

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller
Stellvertretung: Walther Windel
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler und H. Hasse
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 25. Oktober 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.



Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 7. November 1935 | Heft 45

Aus der Praxis der Fernmelderelais.

Von Dr.-Ing. **J. Boysen**, Berlin.

621. 318. 5 : 621. 39

Übersicht. Es wird gezeigt[1]), welche Relais in der Fernmeldetechnik zur Zeit üblich sind und in welcher Form sie verwendet werden.

Die Fernmelderelais für kleine Schaltleistungen sind in zwei Gruppen einzuteilen: 1. Leitungsrelais und 2. Lokalrelais.

Bei den Leitungsrelais unterscheidet man wieder zwei Untergruppen: Solche, die an der Leitung liegen, um einen Vorgang auf der Leitung zu überwachen: Überwachungsrelais, wie z. B. das Anrufrelais in selbsttätigen Ämtern, das auf den Augenblick wartet, wo ein Teilnehmer seinen Handapparat abhebt (leitende Verbindung zwischen beiden Fernsprechadern). In diesem Augenblick spricht das Leitungsüberwachungsrelais an und leitet weitere Vorgänge ein (Arbeitsstrom). Solche Überwachungsrelais werden auch als Ruhestromrelais zur Leitungsüberwachung im Feuermeldewesen und in der Fernsprechtechnik verwendet (Abb. 1).

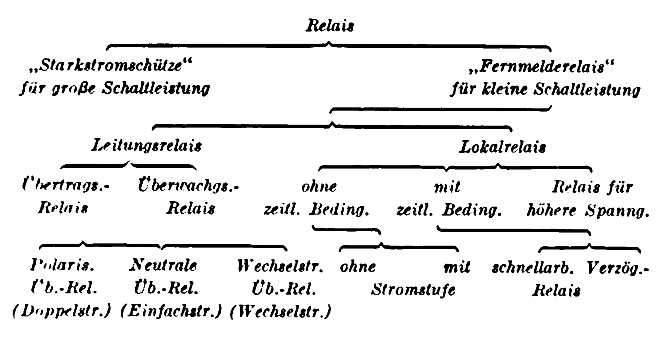


Abb. 1. Gruppeneinteilung für Relais.

Im Gegensatz zu den einfachen Bedingungen dieser Überwachungsrelais hat die zweite Untergruppe der Leitungsrelais weitergehende Forderungen zu erfüllen. Dies sind die Übertragungsrelais.

Die Übertragungsrelais müssen z. B. in der Selbstanschlußtechnik den Wunsch des Teilnehmers von der Teilnehmerstation auffangen und zum Amt weitergeben. Sie müssen in der Telegraphentechnik, im Zuge der Leitung liegend, den von der einen Seite ankommenden Stromstoß auffangen und ihn nach der anderen Seite verstärkt weitergeben.

Dabei ist erwünscht, daß der weitergegebene Stromstoß in genau der gleichen zeitlichen Länge weitergegeben wird, die auch der ankommende Stromstoß hatte. Es darf durch die Weitergabe keine Verzerrung der Länge eintreten. Die gleichen Bedingungen wie in der Telegraphie liegen auch bei der Stromstoßgabe zur Einstellung von Wählern der Selbstanschlußtechnik vor, nur mit dem Unterschied, daß die Zeitbedingungen andere sind.

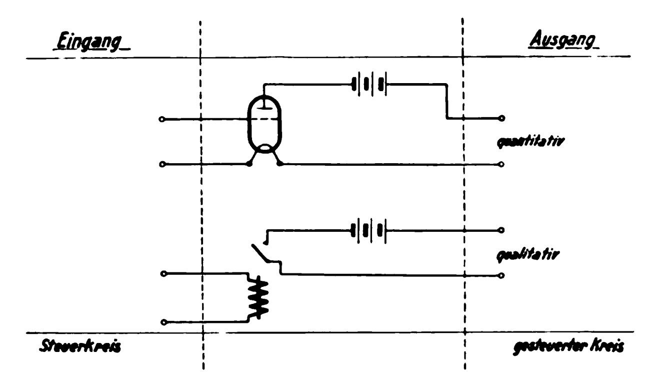


Abb. 2. Elektronenrelais und magnetisches Relais.

Man hat in der Praxis drei Arten von Übertragungsrelais: 1. die polarisierten Übertragungsrelais, 2. die neutralen Übertragungsrelais und 3. die Wechselstromübertragungsrelais.

Die polarisierten Relais arbeiten im allgemeinen mit Doppelstrom, d. h. mit Strom wechselnder Richtung, die neutralen Relais mit Einfachstrom, und die Wechselstromrelais sind so eingerichtet, daß der ankommende Stromstoß mit einer Frequenz von 50 oder 100 Hz gegeben wird, und daß das Empfangsrelais auf diesen Stromstoß so arbeitet wie auf einen Gleichstromstoß derselben Länge. Durch die Bauart des Relais ist dafür gesorgt, daß der Wechselstrom kein Schwirren oder Klappern des Ankers bewirkt.

Die Verstärkung eines Stromstoßes kann in zwei prinzipiell verschiedenen Arten von Relais erfolgen: 1. im Elektronenrelais und 2. im magnetischen Relais.

Die Abb. 2 zeigt die beiden Übertragungsrelais. Das Elektronenrelais gibt den auf der linken Seite ankommenden schwachen Stromstoß nach der rechten Seite verstärkt weiter, wobei die Verstärkung quantitativ erfolgt, denn je stärker der ankommende Stromstoß ist, desto größer ist auch der weitergegebene. Im unteren Teil des Bildes wird das magnetische Relais gezeigt, das nur eine qualitative Verstärkung bewirkt. Wenn der ankommende Stromstoß nicht ausreicht, um das Relais zu betätigen, so wird überhaupt kein Stromstoß weitergegeben. Reicht aber der ankommende Stromstoß aus, dann wird unabhängig von seiner Stärke immer die gleiche Energie an das andere Leitungsende abgegeben. Man spricht von einem Schwellwert des magnetischen Relais, der erreicht werden muß, um eine Verstärkung zu erzielen.

[1]) Nach einem Vortrag, gehalten am 20. 11. 1934 im Elektrotechnischen Verein.



Das Elektronenrelais arbeitet zeitlich so schnell, daß wir die Zeit zwischen Eingang und Ausgang nicht messen können. Das magnetische Relais braucht eine gewisse gut meßbare Zeit, die in der Größenordnung von 5 bis 20 ms bei den in der Fernmeldetechnik üblichen Übertragungsrelais liegt. Diesem Nachteil in zeitlicher Beziehung steht aber ein anderer Vorteil des magnetischen Relais gegenüber beim Vergleich mit dem Elektronenrelais, und das ist die Tatsache, daß ein einziges magnetisches Relais viele verschiedene Stromkreise steuern kann, die unabhängig voneinander verschiedene Spannungen und Stromarten enthalten können. Das ist beim Elektronenrelais nicht der Fall.

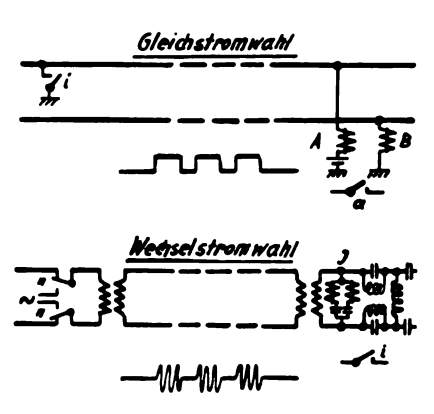
Das elektromagnetische Relais ist älter als das Elektronenrelais. Bereits 1870 wurde die indoeuropäische Telegraphenlinie mit einer Länge von 6900 km von den Gebrüdern Siemens eingerichtet, eine Strecke von London bis Indien (Calcutta, Madras), auf der eine große Zahl von elektromagnetischen Übertragungsrelais hintereinandergeschaltet war.

Ausgangspunkt ist in unseren Fernsprechanlagen stets als Sender der Nummernschalter des Teilnehmers. Hier wird der über die Teilnehmerstation fließende Strom so oft unterbrochen, wie der gewünschten Ziffer entspricht, und diese Unterbrechungen bewirken im Amt einen Abfall des an der Leitung liegenden Stromstoßempfangsrelais im gleichen Rhythmus. Dieses Relais teilt dann die Stromstöße mit seinen Kontakten anderen Relais oder Wählern mit. Wenn ein Teilnehmer z. B. vom Unteramt über ein Knotenamt und über das Hauptamt in ein anderes Knotenamt hineinwählt, so müssen die Stromstöße, die von dem Nummernschalter des wählenden Teilnehmers ausgehen, mehrfach umgesetzt werden.

Für die Einstellung der Wähler von einem Amt zum andern, wie es in dem Verbindungsverkehr in Netzgruppen erforderlich ist, werden im allgemeinen drei verschiedene Arten des Wahlvorganges benutzt:

1. Gleichstromwahl.

Das an der Empfangsseite liegende Gleichstromrelais A wird vom Sender aus durch einen impulsweise arbeitenden Kontakt i betätigt und gibt diese Stromstöße an das Empfangsamt weiter (Abb. 3). Da die Stromstoßgabe über Erde erfolgt, kann man durch vagabundierende Erdströme eine Beeinflussung dieser Impulsgabe erwarten. Dies ist in der Praxis auch der Fall. Die Beeinflussung wird so stark, daß in kritischen Fällen die Relais durch den von Starkstromleitungen übertragenen Wechselstrom bereits zu arbeiten beginnen. Man hat deshalb nach einem anderen Wahlvorgang gesucht, der ohne Zuhilfenahme von Erde arbeitet; hierfür sind zwei verschiedene Ausführungen vorhanden.



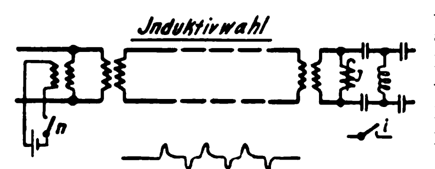


Abb. 3. Wahlvorgänge auf Fernsprechleitungen. Links Sender, Mitte Leitung mit Stromkurve des Leitungsstromes, rechts Empfangsrelais, z. T. mit Sperrkette.

2. Wechselstromwahl.

Die Wechselstromwahl mit der Frequenz von 50 oder 100 Hz arbeitet so, daß im Sendeamt der Wechselstrom an die Leitung gelegt und im Empfangsamt ein besonderes Wechselstromrelais betätigt wird, das so gebaut ist, daß es auf ankommende Wechselstromstöße in gleicher Weise arbeitet wie ein Gleichstromrelais auf Gleichstromstöße. Es können jetzt in der Leitung Transformatoren (Ringübertrager) angeordnet sein, die eine schädliche Beeinflussung durch Starkstromleitungen fernhalten. Man braucht an der Sendestelle eine Wechselstromquelle und kann hierfür das Starkstromnetz verwenden, muß aber dafür sorgen, daß bei Netzausfall eine Ersatzstromquelle zur Verfügung steht. Dadurch tritt eine Verteuerung gegenüber der Gleichstromwahl ein. Man hat deshalb eine einfachere Form für abgeriegelte Leitungen gewählt: die Induktivwahl.

3. Induktivwahl.

Bei dieser Anordnung werden zur Signalgabe Stromstöße verwendet, die in der angedeuteten Form durch Gleichstrom auf der Primärseite eines Übertragers erzeugt und als Induktionsstöße auf der Sekundärseite über die Leitung gelangen. Da der Stromstoß auf der Leitung beim Öffnen und Schließen entgegengesetzt gerichtet ist, erhält man auf der Leitung Stromstöße wechselnder Richtung. Diese gelangen zum Empfangsrelais, das als polarisiertes Relais ausgeführt wird und auf die Wechselstromstöße arbeitet.

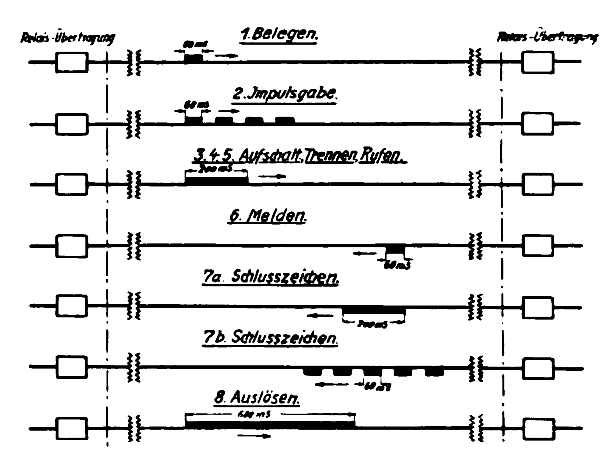


Abb. 4. Stromstöße zwischen zwei Fernsprechämtern.

Welche Vorgänge müssen nun während der Wahl durch Relais von einem zum anderen Amt übermittelt werden? Das ist in der Abb. 4 dargestellt. Man erkennt zunächst einen kurzen Stromstoß von 60 ms, der im fernen Amt die Belegung der Wählereinrichtungen bewirkt. Die Einrichtungen im fernen Amt sind jetzt empfangsbereit für die Stromstoßgabe. Es erfolgt dann die Stromstoßgabe, d. h. die Übermittlung der gewünschten Ziffern in Form von Stromstoßreihen. In unserem Fall ist eine 4 angedeutet. Durch eine Anzahl von Stromstoßreihen wird die Einstellung der im anderen Amt liegenden Wähler bewirkt, und die Verbindung ist jetzt aufgebaut.

Im Fernverkehr wird bei besetzten Teilnehmern ein besonders langer Stromstoß von 200 ms über die Leitung gegeben, der ein Aufschalten, Trennen oder Rufen bewirkt. Hebt der angerufene Teilnehmer seinen Hörer ab, so geht ein Stromstoß in umgekehrter Richtung über die Leitung zum Sendeamt zurück, der entweder eine Zählung einleitet oder die Fernbeamtin benachrichtigt, daß der Teilnehmer sich gemeldet hat.

Nach Gesprächsschluß wird von der Seite des angerufenen Teilnehmers ein Schlußzeichen zurückgegeben, damit die Fernbeamtin die Verbindung trennen kann. Dar-

auf erfolgt von der Seite, von der die Verbindung aufgebaut ist, ein Auslösestromstoß, der alle beteiligten Wähler wieder in ihre Ruhelage zurückführt.

Durch derartige Stromstöße von verschiedener Länge werden die notwendigen Signale zwischen Ämtern gegeben. Die Relais müssen diesen kurzen Stromstößen genau folgen können und sie in möglichst ungeänderter Form auffangen und weitergeben.

Man wird versuchen, dem Relais, das an der Leitung liegt, soviel elektrische Energie zuzuführen, wie es mit der Beschaffenheit der Leitung vereinbar ist. Zu große Energie würde sich auf den anderen Leitungen als unangenehmes Überhören bemerkbar machen, zu hohe Spannung würde die Isolation gefährden. Deshalb hat die Reichspost für ihre Kabel die Vorschrift erlassen, daß Strom und Spannung in bestimmten Grenzen bleiben müssen. Die Aufgabe des Fernmeldetechnikers ist jetzt dadurch gegeben, daß er am Anfang der Leitung eine bestimmte Leistung hat, am Ende der Leitung eine geringere, um die Leitungsverluste verminderte Leistung, und daß diese am Ende vorhandene Energie von einem Relais aufgenommen werden soll.

Wie wird man es jetzt einrichten, um eine möglichst große Energie in das Relais gelangen zu lassen?

Die größte Energie erhält man dann, wenn Leitungswiderstand und Relaiswiderstand angenähert gleich sind (Anpassung). Mehr als die dann der Leitung entnommene elektrische Energie können wir nicht erhalten.

Es ist jetzt die zweite Frage, wie muß man das am Ende der Leitung liegende Relais bemessen, damit es mit der vorhandenen Energie den Stromstößen entsprechend richtig arbeitet?

Der Stromanstieg bei einem kleinen Relais ist in einer Zeit von 20 bis 50 ms beendet. Wenn das Relais in seinen Abmessungen größer ausgeführt wird, wenn es mehr Eisen enthält, dann wird der Stromanstieg erst in einer längeren Zeit beendet sein.

Bei fünffacher linearer Vergrößerung eines Relaistyps erzielt man z. B. die 5- bis 8fache Anzugskraft, die 20- bis 50fache Anzugszeit und die 20- bis 30fache Abfallzeit mit der gleichen zugeführten elektrischen Energie!

Zusammenfassung.

Die in der Fernmeldetechnik üblichen Relais lassen sich nach ihrem Zweck und ihrem Aufbau in Gruppen einteilen. Für die Bemessung der Relais bestehen einfache Grundregeln. Bei linearer Vergrößerung eines Relaismusters verändern sich Anzugskraft und Schaltzeit; im Vortrag selbst wurden hierzu praktische Versuche gezeigt.

Über die Eigenschaften von Drehstrommotoren für 50 Hz bei Betrieb mit 20 bis 0 Hz.

Von A. Leonhard VDE, Berlin.

621. 313. 13. 025. 3

Übersicht. Ausgehend von der Annahme eines bestimmten Feldes in der Maschine werden Anlaufmoment, Anlaufstrom, Klemmenspannung und Leerlaufstrom für Asynchronmotoren bei Frequenzen von 20 bis 0 Hz ermittelt. Auf das Verhalten von Drehstrom-Nebenschlußmotoren bei niedrigen Frequenzen, das stark von der Bürstenstellung abhängig ist, wird kurz eingegangen.

Allgemeines.

Drehstrommotoren für 50 Hz sollen bisweilen kurzzeitig mit wesentlich geringerer Drehzahl, als dem Synchronismus bei 50 Hz entspricht, betrieben werden. Bekanntlich speist man in solchen Fällen mit niedriger Frequenz. Wie bereits von anderer Seite gezeigt[1]), ist man gezwungen, bei der niedrigen Frequenz eine höhere Klemmenspannung an die Maschine zu legen, als dem Frequenzverhältnis entspricht, um noch ausreichende Momente des Motors zu erzielen.

Nachstehend soll nun systematisch das Verhalten solcher Drehstrommotoren in einem Frequenzbereich von 20 bis 0 Hz untersucht werden. Die Untersuchung soll sich in der Hauptsache auf Anfahrmoment, Anfahrstrom, für bestimmtes Anfahrmoment erforderliche Klemmenspannung und Leerlaufstrom erstrecken. Durch diese Werte ist das grundsätzliche Arbeiten des Motors festgelegt. Will man dann genaue Betriebskurven bei fester Frequenz und verschiedenen Drehzahlen und der gefundenen Klemmenspannung ermitteln, so muß man das entsprechende Stromdiagramm aufstellen, das infolge der im allgemeinen nötigen, verhältnismäßig hohen Klemmenspannung und die dadurch bedingte Sättigung kein Kreisdiagramm mehr ist[1]).

Es bedeuten (nach Ossanna):

U_1 primär aufgedrückte Klemmenspannung
I_1 Primärstrom
I_2 Sekundärstrom
$E g_{12}$ Nutzfluß-EMK bei 50 Hz
r_1 primärer ohmscher Widerstand
r_2 sekundärer ohmscher Widerstand
$k\sigma_1$ primäre Streuinduktivität (bei 50 Hz)
$k\sigma_2$ sekundäre Streuinduktivität (bei 50 Hz)
$k_{11} = k_{22} = k_{21} = k_{12}$ Nutzinduktivität (auf gleiche Windungszahl bezogen) (bei 50 Hz)
$k_1 = k_{11} + k\sigma_1$ (bei 50 Hz)
$k_2 = k_{22} + k\sigma_2$ (bei 50 Hz)
s Schlüpfung
σ Gesamtstreuungskoeffizient

$$\sigma = 1 - \frac{k_{12}^2}{(k_{11} + k\sigma_1)(k_{22} + k\sigma_2)}$$

α Verhältnis der Frequenz, bei der die Untersuchung gilt, zu 50 Hz.

Index a bedeutet, daß die entsprechende Größe für Anlauf, Index n für Normallast bei 50 Hz gilt.

Das maximale Moment eines Motors — sein Kippmoment — tritt auf bei einem Schlupf

$$s_k = \frac{r_2}{\sigma k_2} \sqrt{\frac{1 + \left(\frac{r_1}{k_1}\right)^2}{1 + \left(\frac{r_1}{\sigma k_1}\right)^2}}.$$

Um bei 50 Hz mit dem Anfahrmoment auf diesen Wert oder wenigstens in die Nähe zu kommen, wird r_2 künstlich durch Einschalten von Widerstand vergrößert. Bei Betrieb mit niedriger Frequenz kommt dies kaum in Frage, einmal würde die Schaltung dadurch zu verwickelt werden — um möglichst stabiles Verhalten zu erreichen, müßte der Widerstand hinterher kurzgeschlossen werden —, und dann wird besonders bei den kleinsten Frequenzen ohnehin ein genügend großes Moment erreicht. Aus der obigen Formel für s_k läßt sich feststellen, bei welcher Frequenz im Stillstand ohne zusätzlichen Sekundärwiderstand das Kippmoment der Maschine auftritt:

$$1 = \frac{r_2}{\sigma \alpha k_2} \sqrt{\frac{1 + \left(\frac{r_1}{\alpha k_1}\right)^2}{1 + \left(\frac{r_1}{\alpha \sigma k_1}\right)^2}}.$$

[1]) Rodewald ETZ 54 (1933) S. 793.



Nimmt man an, daß

$$r_1 = r_2 \text{ und } k\sigma_1 = k\sigma_2 ,$$

so ergibt sich als Frequenzverhältnis

$$a = \frac{r_2}{k_2 \sqrt{\sigma}} .$$

Bei allen Werten von a, die über diesem Wert liegen, kann durch Einschalten von zusätzlichem Läuferwiderstand ein höheres Anzugsmoment erreicht werden. In Abb. 1 ist für bestimmte Verhältnisse

$$\left(\frac{r_1}{r_2} = 1 ; \frac{r_1}{k\sigma_1} = \frac{r_1}{k\sigma_2} = \frac{1}{7,5} ; \frac{r_1}{k_{12}} = \frac{1}{150}\right)$$

bei Frequenzen von 0 bis 10 Hz einmal der erforderliche zusätzliche Läuferwiderstand für maximales Anfahrmoment und dann bei Betrieb ohne Zusatzwiderstand der Kippschlupf aufgezeichnet. Man sieht, daß erst bei recht kleiner Frequenz ($0,02 \cdot 50 = 1$ Hz) das Anfahrmoment gleich dem Kippmoment wird. Da aber, wie oben bereits gesagt, das Einschalten von Läuferwiderstand wohl selten vorkommt, sollen die weiteren Untersuchungen sich auf Motoren mit festem Läuferwiderstand beschränken.

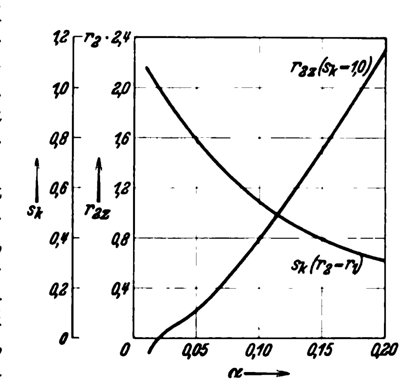


Abb. 1. Zusätzlicher Läuferwiderstand für maximales Moment und Kippschlupf ohne Zusatzwiderstand.

Ausgegangen wird von einem bestimmten Feld, also bestimmtem Eg_{12} im Anlauf, und dann wird bei verschiedenen Frequenzen, Anlaufmoment und -strom die erforderliche Klemmenspannung zum Erzielen des angenommenen Feldes und der Leerlaufstrom ermittelt. Die Eisenverluste, bei den niedrigen Frequenzen ohnehin klein, werden vernachlässigt.

Anlaufmoment.

Das Anlaufmoment ergibt sich zu

$$M_a = Eg_{12_a} I_2 \cos \varphi_2 C$$

$$= \frac{Eg_{12_a}^2 \, a \, r_2}{r_2^2 + a^2 k\sigma_2^2} C .$$

Das Normalmoment bei 50 Hz ist

$$M_n = \frac{Eg_{12_n}^2 \, s_n \, r_2}{r_2^2 + s_n^2 k\sigma_2^2} C \qquad s_n \approx \frac{I_{n_1} r_2}{Eg_{12_n}}$$

$$\approx \frac{\frac{I_{n_1}}{Eg_{12_n}} Eg_{12_n}^2}{1 + k\sigma_2^2 \left(\frac{I_{n_1}}{Eg_{12}}\right)^2} C .$$

Das Verhältnis M_a/M_n wird also

$$\frac{M_a}{M_n} = \frac{Eg_{12_a}^2}{Eg_{12_n}^2} \cdot \frac{a \, r_2 \left[1 + k\sigma_2^2 \left(\frac{I_{n_1}}{Eg_{12_n}}\right)^2\right]}{\frac{I_{n_1}}{Eg_{12_n}} \left(r_2^2 + a^2 k\sigma_2^2\right)} .$$

In Abb. 2 ist wieder für obiges Beispiel und $Eg_{12_a}/Eg_{12_n} = 1,0$ die Kurve $M_a/M_n = f(a)$ aufgezeichnet. Das Maximum des Momentes tritt, wie sich aus einer einfachen Maximumrechnung ergibt, bei $a = r_2/k\sigma_2$ auf mit einem Wert von

$$\frac{M_{a(\max)}}{M_n} = \frac{Eg_{12_a}^2}{Eg_{12_n}^2} \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\frac{I_{n_1}}{Eg_{12_n}} k\sigma_2} + \frac{I_{n_1}}{Eg_{12_n}} k\sigma_2\right)$$

oder wenn man den sekundären prozentualen Streuspannungsabfall $\frac{I_{n_1} k\sigma_2}{Eg_{12_n}}$ mit $e_{k\sigma}$ bezeichnet:

$$\frac{M_{a(\max)}}{M_n} = \frac{Eg_{12_a}^2}{Eg_{12_n}^2} \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{1}{e_{k\sigma}} + e_{k\sigma}\right).$$

Der Verlauf der Kurve ist ähnlich dem der Momentenkurve des Motors bei 50 Hz und verschiedenem Schlupf. Bei $a = 0$, also der Frequenz Null, ist selbstverständlich auch das Anzugsmoment Null, denn auf den Sekundärkreis kann in diesem Fall keine Leistung übertragen werden. Das überhaupt erreichbare Moment ist, ähnlich wie das Kippmoment des Motors bei 50 Hz, nur abhängig vom Streuspannungsabfall der Maschine. Vergrößert man $k\sigma_2$, so rückt das Maximalmoment auf Werte kleinerer Frequenz zu, wird aber auch kleiner. Vergrößert man r_2, so rückt das Maximalmoment auf höhere Frequenz, bleibt aber der Größe nach gleich.

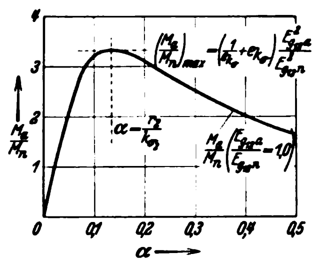


Abb. 2. Anlaufmoment, abhängig von der Frequenz.

Abb. 3. Anlaufstrom, abhängig von der Frequenz.

Während nach der Annahme eines bestimmten Nutzfeldes die Momentenkurve nur abhängig von den Sekundärkonstanten des Motors ist, ist für die aufzudrückende Klemmenspannung und den Anfahrstrom auch der Primärkreis maßgebend.

Anfahrstrom.

Der primäre Anfahrstrom setzt sich zusammen aus Arbeitsstrom — dem auf den Primärteil umgerechneten Läuferstrom I_2 — und dem Magnetisierungsstrom I_μ:

$$\dot{I}_{a_1} = -\dot{I}_2 + \dot{I}_\mu .$$

Nun ist $\dot{I}_2 = \frac{a \, \dot{E}g_{12}}{r_2 - j \, k\sigma_2 \, a}$ und $I_\mu = \frac{\dot{E}g_{12}}{+ j \, k_{12_a}}$.

Daraus errechnet sich:

$$I_{a_1} = Eg_{12_a} \sqrt{\left(\frac{a \, r_2}{r_2^2 + k\sigma_2^2 a^2}\right)^2 + \left(\frac{1}{k_{12_a}} + \frac{a^2 k\sigma_2}{r_2^2 + k\sigma_2^2 a^2}\right)^2} .$$

Der Normalstrom ist

$$I_{n_1} = Eg_{12_n} \sqrt{\left(\frac{e_{2_r} r_2}{r_2^2 + k\sigma_2^2 e_{2_r}^2}\right)^2 + \left(\frac{1}{k_{12_n}} + \frac{e_{2_r}^2 k\sigma_2}{r_2^2 + k\sigma_2^2 e_{2_r}^2}\right)^2}$$

e_{2r} ist dabei der prozentuale ohmsche Sekundärspannungsabfall:

$$e_{2_r} = \frac{I_{n_1} r_2}{Eg_{12_n}} \approx s_n .$$

In Abb. 3 ist I_{a_1}/I_{n_1} bei obigem Beispiel aufgezeichnet, ebenso das Verhältnis $\frac{I_{a_1}/M_a}{I_{n_1}/M_n}$. Bei $\alpha = 0$ muß $\frac{I_{a_1}/M_a}{I_{n_1}/M_n}$ gleich ∞ werden, weil $M_a = 0$ geworden ist.

Klemmenspannung.

Um das bei vorstehenden Rechnungen angenommene Feld zu erzielen, muß beim Anlauf an den Motorklemmen eine bestimmte Klemmenspannung U_1 aufgedrückt werden. Die Größe von U_1 ergibt sich zu.

$$\dot{U}_1 = \alpha \dot{E}g_{12} + \alpha \dot{E}g_{12} \frac{(r_1 - j\,\alpha\, k\sigma_1)}{r_2 - j\,\alpha\, k\sigma_2} + \frac{\dot{E}g_{12}}{+ j\, k_{12}} (r_1 - j\,\alpha\, k\sigma_1).$$

Mit großer Annäherung (solange $k_{12} \gg k\sigma_1$ und r_1, also bei nicht zu großer Sättigung) kann man setzen:

$$\dot{U}_1 = \alpha \dot{E}g_{12} \left(1 + \frac{r_1 - j\,\alpha\, k\sigma_1}{r_2 - j\,\alpha\, k\sigma_2}\right)$$

$$U_1 = \alpha\, Eg_{12} \sqrt{\left(\frac{r_2^2 + r_1 r_2 + \alpha^2 k\sigma_2^2 + \alpha^2 k\sigma_1 k\sigma_2}{r_2^2 + \alpha^2 k\sigma_2^2}\right)^2 + \alpha^2 \left(\frac{k\sigma_2 r_2 + k\sigma_2 r_1 - k\sigma_1 r_2 - k\sigma_2 r_2}{r_2^2 + \alpha^2 k\sigma_2^2}\right)^2}.$$

Setzt man, wie oben, $r_1 = r_2$, $k\sigma_1 = k\sigma_2$, so wird

$$U_1 = 2\,\alpha\, Eg_{12}.$$

Größenordnungsmäßig wird man immer, da die Primär- und Sekundärkonstanten doch meist ziemlich gleich groß sein werden, mit dem Faktor 2 rechnen können. Das Glied

$$\frac{\dot{E}g_{12}}{+ j\, k_{12}} (r_1 - j\,\alpha\, k\sigma_1)$$

kommt nur ganz in der Nähe von $\alpha = 0$ zur Geltung. Bei $\alpha = 0$ wird

$$U_1 = \frac{Eg_{12}}{k_1} r_1,$$

also gleich dem ohmschen Spannungsabfall, der dem Magnetisierungsstrom bei Eg_{12} entspricht.

Leerlaufstrom.

Bei vollkommenem Leerlauf muß die gesamte Klemmenspannung im Primärkreis des Motors verbraucht werden. Es wird also

$$U_1 = \sqrt{(I_{0_1} r_1)^2 + (I_{0_1} k\sigma_1 \alpha + Eg_{12_0} \alpha)^2}.$$

Da im allgemeinen die Klemmenspannung so hoch gewählt werden muß, daß bei Leerlauf mit einer recht erheblichen Sättigung gerechnet werden muß, ist k_{12} kein fester Wert, und man ermittelt den Leerlaufstrom am einfachsten zeichnerisch mit Hilfe obiger Formel. Man trägt entsprechend Abb. 4 abhängig von $I_{01} r_1$ die Spannungskurve Eg_{12} in gleichem Maßstab für die in Frage kommende Frequenz auf. Macht man nach Abb. 4 den $\sphericalangle\, \alpha$ so, daß

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\alpha\, k\sigma_1}{r_1},$$

so kann man ohne weiteres bei gegebener Spannung U_1 den Leerlaufstrom I_0 finden.

In Abb. 5 ist einmal bei der Annahme

$$Eg_{12_a} = Eg_{12_n}$$

und dann bei

$$Eg_{12_a} = \frac{Eg_{12_n}}{2}$$

unter Zugrundelegung einer normalen Spannungskennlinie das Verhältnis Leerlaufstrom zu Normalstrom aufgetragen. Man sieht, daß bei Annahme des vollen Feldes für den Anlauf bei Leerlauf schon mit einem recht erheblichen Strom gerechnet werden muß. Will man daher ein hohes Anlaufmoment erzielen, dann aber bei Lauf normale Stromverhältnisse haben, so muß mit zwei Spannungen gearbeitet werden. Zum Anfahren wird kurzzeitig der Motor an höhere Spannung gelegt und dann erst die für den Normalbetrieb erforderliche niedrigere Spannung eingeschaltet.

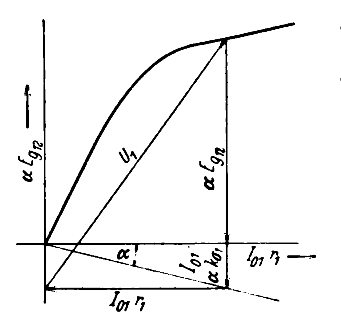


Abb. 4. Ermittlung des Leerlaufstromes.

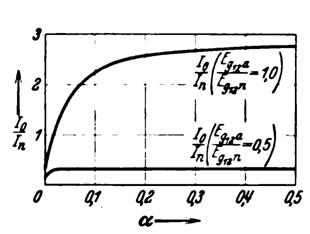


Abb. 5. Leerlaufstrom, abhängig von der Frequenz.

Das überhaupt erreichbare Moment ist selbstverständlich durch die Sättigungsverhältnisse in der Maschine begrenzt. Im allgemeinen kann man annehmen, daß das Feld über den Normalwert um maximal 30 bis 40 % erhöht werden kann. Da das Moment quadratisch mit der Spannung steigt, können sich also die Momentenwerte der Kurve Abb. 2 im äußersten Fall um 70 bis 100 % erhöhen lassen.

Ein anderer Weg, das Anlaufmoment zu erhöhen, ist der, kurzzeitig die Frequenz zu vermindern, um dadurch bei gleicher Klemmenspannung höheres Feld zu erreichen[2]). Dieses Verfahren gibt sehr günstige Ergebnisse, wenn in einem Frequenzbereich gearbeitet wird, in dem die Momentenkurve nach Abb. 2 wieder abfällt, bei unserem Beispiel über $\alpha = 0{,}15$, also über 7,5 Hz. Das Anlaufmoment steigt mehr als quadratisch mit dem Feldanstieg. Ungünstiger werden die Verhältnisse bei Frequenzen unter diesem Wert. Da die Kurve von rd. 5 Hz ab ziemlich proportional der Frequenz abfällt, läßt sich aber immerhin noch eine Erhöhung des Momentes ungefähr proportional dem Feldanstieg erreichen. Durch die Sättigung ist selbstverständlich die gleiche Grenze gesetzt, 70 bis 100 % über der Kurve Abb. 2.

Generatorbetrieb.

Ist schon, wie aus Abb. 4 ersichtlich, bei Leerlauf mit einem erheblichen Strom zu rechnen — brauchbares Anzugsmoment vorausgesetzt —, so wird im Übersynchronismus der Strom noch wesentlich höher, und das Moment kann auch bei für Normalbetrieb schon reduzierter Spannung so hohe Werte annehmen, daß die Maschine mechanisch gefährdet wird. Vielfach kommt übersynchroner Bereich vorübergehend beim Abbremsen von der hohen 50 Hz-Drehzahl auf die niedrige in Frage. In diesen Fällen ist es ratsam, die primäre Streuung des Motors künstlich zu erhöhen. Bei Speisung durch einen Einanker-Frequenzumformer wird zweckmäßigerweise der zusätzliche induktive Widerstand auf der 50 Hz-Seite eingebaut entsprechend Abb. 6[3]). Will man bei vorgeschalteter Drosselspule noch ein bestimmtes Anlaufmoment erreichen, so muß die erforderliche Klemmenspannung selbstverständlich dem Abfall in der Drossel entsprechend größer gewählt werden. U_1 kann nach der früher gegebenen Gleichung ermittelt werden. Da bei Stillstand der Leistungsfaktor des Motors bei geringer Frequenz gut ist, liegt

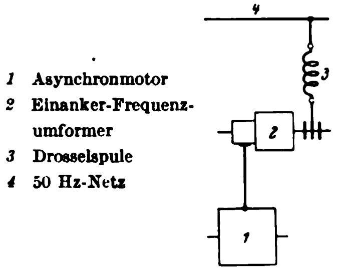
[2]) DRP. angem.
[3]) DRP. angem.

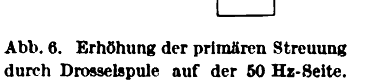


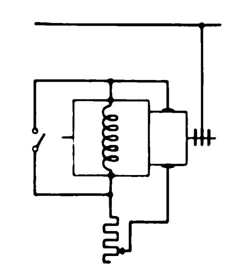
der Abfall in der Drosselspule ungefähr senkrecht zur Klemmenspannung, die erforderliche Spannungserhöhung ist daher im allgemeinen geringfügig. Die Verkleinerung des Stromdiagramms ist aber proportional der Gesamtstreuung. Durch die Drosselspule wird also bei nur geringer Verschlechterung der Anlaufverhältnisse die Gefährdung der Maschine im Bremsfall vermieden.

Drehstrom-Nebenschlußmotor.

Da auch bei Drehstrom-Nebenschlußmotoren die Speisung mit niedriger Frequenz angewandt wird, sei kurz noch auf die Verhältnisse bei dieser Maschinenart eingegangen. Bei einer Bürstenstellung, die einer Regelung auf 50 % der Synchrondrehzahl entspricht, wird bei gleichem Feld und gleichen Widerstandsverhältnissen das Anlaufmoment halb so groß wie bei Asynchronmotoren. In Wirklichkeit wird es aber noch kleiner, weil wegen der Bürsten und der zwei Wicklungen im Sekundärkreis der ohmsche Widerstand des Sekundärkreises wohl immer größer sein wird als bei Asynchronmotoren.




Abb. 6. Erhöhung der primären Streuung durch Drosselspule auf der 50 Hz-Seite.


Abb. 7. Schaltung des Nebenschlußmotors für Betrieb als normaler Asynchronmotor.

Günstiger werden die Verhältnisse bei Bürstenstellungen, die Synchronismus oder Übersynchronismus entsprechen. Da man aber im allgemeinen von der niedrigen Drehzahl bei Speisung mit Niedrigstfrequenz ohne viel Schaltungen unmittelbar auf die unterste 50 Hz-Drehzahl hochgehen will, muß die Bürstenstellung für beide Betriebszustände die gleiche sein. Man kann dies in einfacher Weise dadurch erreichen, daß man den Nebenschlußmotor bei Speisung mit Niedrigstfrequenz als Asynchronmotor betreibt. Ist für das Hochfahren mit 50 Hz ein Sekundärwiderstand vorgesehen, so läßt sich dies bei den tieferen Frequenzen in einfacher Weise nach Abb. 7 erreichen. Der Ständerkreis wird kurzgeschlossen, dadurch wird der Nebenschlußmotor zum Asynchronmotor[4]). Es gelten dann also alle für Asynchronmotoren gefundenen Beziehungen. Durch den Anlaßwiderstand fließt noch ein Verluststrom, der aber sehr klein ist, da der Widerstand für die bei 50 Hz auftretende, um ein Vielfaches höhere Sekundärspannung bemessen ist.

Zusammenfassung.

Bei Annahme eines bestimmten, festen Feldes in der Maschine ergibt sich für das Anlaufmoment eines Drehstrommotors abhängig von der Frequenz eine der Momentenkurve des Motors bei 50 Hz und verschiedenem Schlupf ähnliche Kurve. Die zur Erreichung des angenommenen Feldes erforderliche Klemmenspannung ist ungefähr doppelt so groß wie die durch dieses Feld erzeugte innere EMK. Der Leerlaufstrom wird bei einer Klemmenspannung, die brauchbares Anlaufmoment ergibt, im allgemeinen recht erheblich. Man ist daher gezwungen, entweder mit verschiedenen Frequenzen oder mit verschiedenen Spannungen bei Anlauf und Lauf zu arbeiten.

Beim Drehstrom-Nebenschlußmotor liegen die Verhältnisse bei der für Niedrigstfrequenz im allgemeinen in Frage kommenden Bürstenstellung ungünstig. Durch eine einfache Umschaltung gelingt es aber, den Motor bei der Speisung mit Niedrigstfrequenz als normalen Asynchronmotor zu betreiben.

[4]) DRP. 996 179.

Untersuchung von Koronaentladungen mit der Nebelkammer.

621. 3. 015. 14. 001. 4

Die Ionisationsvorgänge während der Aufbauzeit einer Entladung werden dadurch sichtbar gemacht, daß man die Elektroden innerhalb einer Wilsonschen Nebelkammer anordnet, auf sie im richtigen Zeitpunkt einen kurzzeitigen Spannungsstoß gibt und die intensiv beleuchteten Nebelspuren photographiert[1]). Da bei den Vorentladungen die Nebelspuren von Ionisationskanälen häufig ein sehr verzweigtes räumliches Gebilde darstellen, können sie erst bei stereoskopischer Aufzeichnung voll ausgewertet werden. Bei positiver Entladung sind die Kanäle länger und verzweigter (Abb. 1) als bei negativer Entladung (Abb. 2).

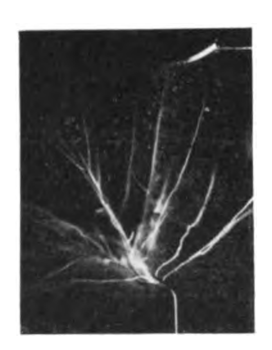

Abb. 1. Nebelspuren positiver Koronaentladung.


Abb. 2. Nebelspuren negativer Koronaentladung.

Läßt man Schwingungen von einigen 10^6 Hz auf den Draht wirken, so sieht man, daß zunächst einfache Kanäle, z. B. wie bei negativer Entladung, entstehen und daß dann von ihren Endpunkten Kanäle wie bei positiver Entladung ihren Ausgang nehmen und weiter in den Raum hineinwachsen. Man kann dies als direkten Beweis für das Vorhandensein von Raumladung ansehen. Die in der Nebelkammer bisher beobachteten Ionisierungsbahnen sind bereits von mehreren Elektronenlawinen durchlaufen. Bei zwei ausgespannten Drähten werden die Lawinenkanäle vom positiven Draht aus in den Raum vorgetrieben, verzweigen sich unterwegs und laufen am negativen Draht wieder zusammen. Das Entstehen von Lawinenkanälen einzelner Elektronen soll unter vermindertem Druck noch gesucht werden. *Lü.*

[1]) H. Kroemer, Z. Physik 95 (1935) S. 647.

Magnetische Schallaufzeichnung.

Von Ed. Schüller, Berlin.

621. 318. 38 : 681. 84

Übersicht. Das Magnettonverfahren und einige der physikalischen Erscheinungen werden beschrieben, die bei dem Magnetisierungsvorgang während der Aufnahme einerseits und bei dem Abtastvorgang vom magnetisierten Tonträger anderseits auftreten.

Bei der magnetischen Schallaufzeichnung wird der magnetisierbare Tonträger (Stahldraht, Stahlband) mit gleichförmiger Geschwindigkeit an einem Elektromagneten (Sprechkopf) vorbeigezogen, in dem ein der Sprache oder Musik entsprechender Wechselstrom fließt. Auf dem Tonträger wird dadurch eine bleibende Magnetisierung hervorgerufen, die beim abermaligen Vorbeigleiten an einem Elektromagneten (Hörkopf) in diesem entsprechende Wechselspannungen induziert, die nach Verstärkung mit einem Lautsprecher abgehört werden können. Wird schließlich der Tonträger an einem starken Permanentmagneten (Löschkopf) vorbeigezogen, so wird die Aufzeichnung wieder gelöscht und der Tonträger ist zu neuen Aufnahmen bereit.

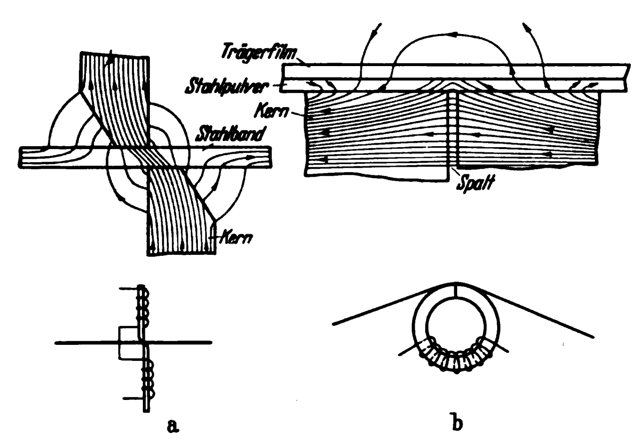


Abb. 1. Kraftlinienverlauf beim Besprechen mit zweiseitigem (*a*) oder einseitigem (*b*) zweipoligen Sprechkopf.

Das Magnettonverfahren hat vor dem Lichtton- und Nadeltonverfahren den großen Vorteil der denkbar einfachen Handhabung im praktischen Gebrauch. Es sind keine chemischen Entwicklungsvorgänge oder fachmännische Einstellung und Überwachung beim Aufzeichnen nötig. Deshalb hat es seit der Erfindung durch Poulsen im Jahre 1889 immer wieder zum Bau brauchbarer Geräte angespornt[1]). Daß es trotzdem von der Schallplatte und dem Lichttonfilm überflügelt wurde, war einesteils wirtschaftlich begründet, andernteils lag es an den erheblichen Schwierigkeiten, die das Verfahren bei höheren Anforderungen an Tongüte bereitet.

Der Tonträger ist entweder Stahldraht oder Stahlband, in neuester Zeit werden auch Filme verwendet, die mit einer Stahlpulvermasse bestrichen sind. Die Haltbarkeit der Stahldrähte und -bänder ist praktisch unbegrenzt, bei den Filmen macht sich auch nach mehrhundertmaligem Abspielen keine wesentliche Abnutzung der Schicht bemerkbar. Eine magnetische Abnutzung der aufgesprochenen Töne findet bei richtiger Konstruktion der Geräte überhaupt nicht statt, jedenfalls ist sie nicht nachweisbar. Auch jahrelang lagernde Aufnahmen zeigen keine Veränderung. Infolge dieser Eigenschaften und der dauernden Wiederverwendbarkeit des Tonträgers ist das Verfahren überall da am Platze, wo eine Tonaufnahme sehr oft wieder abgespielt werden soll, z. B. bei selbsttätiger Befehlsgabe usw., oder wo derselbe Tonträger im Dauerbetrieb immer wieder besprochen, abgehört und gelöscht wird, z. B. bei Diktiermaschinen.

Bei den neuerdings von der AEG gemeinsam mit der I. G. Farben AG. entwickelten Stahlpulverfilmen treten als weitere wesentliche Vorteile noch die Möglichkeit des Schneidens und Zusammensetzens von einzelnen Aufnahmen zu einem fortlaufenden Film und die Möglichkeit des Aufbewahrens wertvoller Aufnahmen hinzu, was bei dem teuren Stahlmaterial wirtschaftlich untragbar ist. Beim Kleben des Films braucht keinerlei Sorgfalt aufgewendet zu werden. Da keine Unterbrechung oder magnetische Veränderung des Tonträgers eintritt, sind auch keine Knackgeräusche hörbar.

Das bei fast allen heute bestehenden Magnettongeräten übliche Verfahren ist das der Längsmagnetisierung. Der Tonträger wird durch den Sprechstrom so magnetisiert, daß sich auf ihm in Laufrichtung hintereinandergeschaltete Magnete bilden von der Länge einer halben Wellenlänge der aufgetragenen Frequenz[2]). Die Laufgeschwindigkeit liegt bei den verschiedenen Geräten zwischen 1,5 und 0,8 m/s. Bei 1 m/s und 50 Hz bzw. 5000 Hz ergibt sich λ zu 10 mm bzw. 0,1 mm. Die Größe des magnetischen Spaltes, d. h. die Ausdehnung des aufzeichnenden Magnetfeldes in Laufrichtung des Bandes, muß etwa $^1/_5$ der kleinsten halben Wellenlänge sein, also etwa 0,02 mm. Die Herstellung eines scharf begrenzten magnetischen Spaltes von dieser Größe ist das eigentliche Problem der magnetischen Schallaufzeichnungen. Die beiden gebräuchlichen Typen sind in Abb. 1 dargestellt. Abb. 1 a zeigt einen Sprechkopf, bei dem der Tonträger von beiden Seiten durch Magnetkerne berührt wird, die um einen geringen Betrag (die Spaltgröße) gegeneinander versetzt sind. Abb. 1 b zeigt einen einseitig berührenden Kopf, der aus einem geschlitzten Eisenring besteht. Als Werkstoff dient besonders remanenzfreies weiches Eisen. Man sieht, daß hier nicht ein scharf begrenztes homogenes Magnetfeld wirksam ist, sondern ein stark streuendes Feld, dessen Größe und Richtung in der Spaltzone stark veränderlich ist. Wie die ballistisch aufgenommene Magnetisierungskurve eines laufenden Stahlbandes zeigt[3]), das mit einem Sprechkopf nach Art der Abb. 1 a magnetisiert wird, tritt bei gewissen Stromstärken sogar eine Ummagnetisierung dadurch ein, daß der Streufluß für die Längskomponente der Magnetisierung im Stahlband maßgebend wird. Es ist also Bedingung, daß mit verhältnismäßig kleinen Feldstärken im Spalt gearbeitet wird, wenn nicht Verzerrungen auftreten sollen. Anderseits bedingt die hohe Koerzitivkraft des Stahls größere Feldstärken, wenn remanente Induktion auf dem Tonträger bleiben soll. Es wird daher

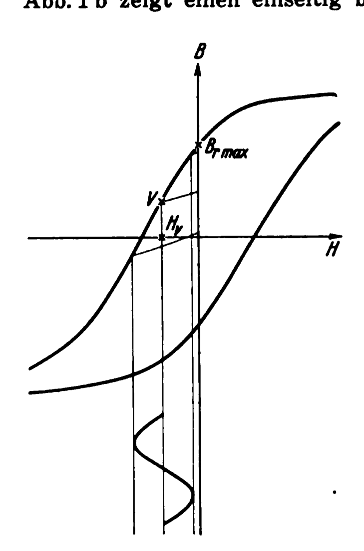


Abb. 2. Magnetisierungsvorgang beim Besprechen eines Stahlbandes.

[1]) Vgl. z. B. ETZ 51 (1930) S. 449.

[2]) E. Hormann, Elektr. Nachr.-Techn. 9 (1932) S. 388.

[3]) E. Meyer u. E. Schüller, Z. techn. Physik 13 (1932) S. 593.

das Sprechwechselfeld einem Gleichstromfeld überlagert, wodurch eine annähernd lineare Schallaufzeichnung erreicht wird. Den Magnetisierungsvorgang in einem Stahlelement des Tonträgers erläutert Abb. 2. Es wird hier aus praktischen Gründen nicht von der Magnetisierung „Null" ausgegangen, sondern von der Sättigungsmagnetisierung $B_{r_{max}}$, mit der erst alle etwa vorhandenen Aufzeichnungen auf dem Bande durch einen starken Magneten gelöscht werden. Die Vormagnetisierung erfolgt dann in umgekehrter Richtung etwa bis zur Feldstärke H_ν, der dann die Sprechwechselmagnetisierung überlagert ist. Die Lage des Punktes V hängt nun keineswegs allein von der Hystereseschleife des Tonträgerstoffes ab, sondern auch vom Sprechkopfaufbau. Um den wirksamen Streufluß so klein wie möglich zu halten, darf man auch die Vormagnetisierung nicht groß machen. Sie hat ungefähr die Größe des Scheitelwerts der Sprechmagnetisierung. Es tritt hier also der Fall auf, daß der Klirrfaktor, d. h. die Verzerrung der aufgezeichneten Kurvenform, nicht mit der Aussteuerungsamplitude wächst, sondern ein ausgesprochenes Minimum bei der zu der Vormagnetisierung „passenden" Aussteuerung hat (Abb. 3). Die Größe der Aussteuerung ist gegeben durch die Höhe des Geräuschpegels. Sie muß so sein, daß auch leise Stellen der Aufnahme nicht in dem durch Ungleichmäßigkeit und Rauhigkeit des Tonträgers entstehenden Störgeräusch untergehen. Das Störgeräusch wiederum zeigt eine starke Abhängigkeit von der Vormagnetisierung, und zwar ist es um so geringer, je größer die Vormagnetisierung ist bzw. je kleiner der Absolutwert der Magnetisierung auf dem Bande ist. Hat das Band gar keine remanente Magnetisierung, so kann im Hörkopf auch kein Geräusch induziert werden. Man sieht, daß man bei der Einstellung des Arbeitspunktes einen Ausgleich zwischen Störgeräusch und Klirrfaktor finden muß. Es ist jedoch nicht angängig, den Klirrfaktor für ein bestimmtes Verhältnis des Geräusches zum wiedergegebenen Ton anzugeben, da er bei geringerer Tonstärke erheblich größer sein kann.

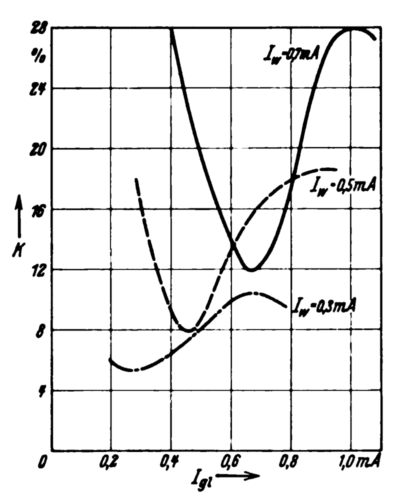


Abb. 3. Abhängigkeit des Klirrfaktors von Vormagnetisierung und Amplitude.

Etwas übersichtlicher sind die Verhältnisse beim Abhörvorgang. Der Hörkopf zeigt dieselben Formen wie der Sprechkopf, jedoch sind hier die Kerne aus einem besonders hochpermeablem Eisen. Auf dem Bande befindet sich eine den Frequenzen der aufgebrachten Töne entsprechende schwankende Induktion. Entsprechend treten Kraftlinien ein und aus. Es seien alle Töne mit gleicher Stärke aufgeschrieben. Gleitet jetzt das Band durch den Spalt des Hörkopfes, so wird jeder Kern von einem Fluß durchsetzt, der proportional ist der Induktionsänderung im Band: $\Phi = dB/dt$. Da die beiden Spulen auf den Kernen magnetisch hintereinandergeschaltet sind, ist für die induzierte Spannung die Differenz der beiden Flüsse maßgebend, also $\Phi_1 - \Phi_2$. Infolge der Spaltgröße haben die beiden Flüsse eine Phasenverschiebung, die mit der Frequenz wächst. Es ist also:

$$\Phi_{\text{gesamt}} = \Phi_1 - \Phi_2 = \frac{d^2 B}{d\,t^2}\,.$$

Die induzierte Spannung $\frac{d\,\Phi_{\text{gesamt}}}{d\,t}$ müßte demnach proportional ω^3 sein (ω ist die Kreisfrequenz).

Aber auch hier zeigt sich wie beim Sprechkopfspalt, daß die angenommene scharfe Abgrenzung des Hörkopfspaltes nicht möglich ist, was diesmal jedoch ein Vorteil ist, da ein mit ω^3 steigender Frequenzgang für eine Schallübertragung unmöglich wäre.

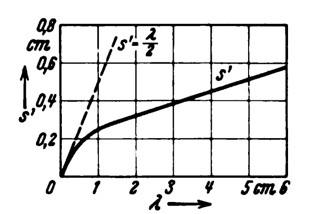


Abb. 4. Scheinbare Spaltbreite beim Abtasten des Stahlbandes mit einem Permalloykern.

Setzt man auf einen Stahlmagneten an irgendeiner Stelle ein Stück Weicheisen, so entsteht je nach der Permeabilität des Stoffes ein mehr oder weniger starker neuer Magnet, dessen Feld dem ursprünglichen überlagert ist. Der resultierende Flußverlauf ist dann so, daß die Kraftlinien mehr oder weniger zusammengerafft durch den Kern gehen. Dies entspricht in unserem Fall einer Verbreiterung des Spaltes bzw. des abtastenden Kernes von s auf s'.

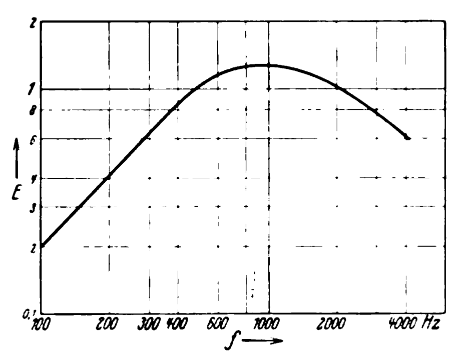


Abb. 5. Frequenzkurve des Stahlbandes einschließlich Sprech- und Hörkopf bei 1 m/s Geschwindigkeit.

Die Größe dieser räumlichen Zusammenraffung ist abhängig von der Größe der Induktion im Kern und in den benachbarten Stahlteilchen. Die Zusammenraffung muß also entsprechend dem aufgeschriebenen Ton sinusförmig schwanken und außerdem abhängig von der Wellenlänge sein, entsprechend dem flacheren Verlauf der Induktion im Band bei längeren Wellen.

Da s' im Rhythmus des aufgedrückten Wechselstromes schwankt, tritt eine nichtlineare Verzerrung hierbei nicht auf. In Abb. 4 ist die Abhängigkeit des „scheinbaren" Abhörspaltes s' von der Wellenlänge dargestellt. s' nähert sich unterhalb von $\lambda = 0{,}5$ cm ungefähr dem steten Wert $\lambda/2$. Bei der Bandgeschwindigkeit von 1 m/s sind das die Frequenzen oberhalb von 100 Hz, d. h. alle praktisch in Frage kommenden Frequenzen. Bei diesen Frequenzen erfaßt der Abtastkern im Augenblick des Scheitelwertes der Amplitude den genannten Wechselfluß des Bandes. Die Frequenzkurve müßte also in diesem Idealfall proportional ω steigen. Wie Abb. 5 zeigt, steigt sie nur wenig stärker an. Der Abfall bei den hohen Frequenzen ist durch die Spaltgröße (rd. 0,2 mm) zu erklären, die dann bereits in die Größenordnung der halben Wellenlänge kommt. Bei einem für die Praxis entwickelten Gerät kann dieser Frequenzgang durch einfache

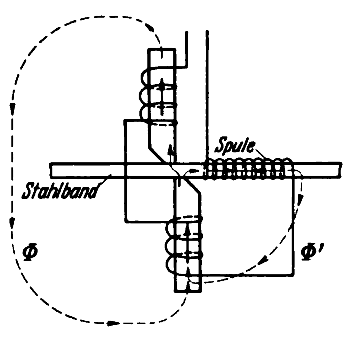


Abb. 6. Zusatzspule zur Kompensation des Streuflusses beim Sprechen bzw. zur Hebung der tiefen Frequenzen beim Hören.



Mittel entzerrt werden[4]). Für die höchste Grenzfrequenz ist die Spaltgröße des Hörkopfes und des Sprechkopfes maßgebend. Bei sehr keinen Spalten sinkt jedoch der Wirkungsgrad der Anordnung sehr stark. Bei Köpfen nach Abb. 1 a nähert man sich dann einem Sonderfall der „Quermagnetisierung", und die wirksame Längskomponente der Magnetisierung wird sehr klein. Es empfiehlt sich nicht, die geometrische Versetzung der Kerne kleiner als 0,1 mm zu machen. Köpfe nach Abb. 1 b werden bei kleinerem Spalt immer streuungsloser, die Eindringtiefe in den Tonträger immer geringer. Die zulässige Grenze liegt bei den üblichen Anordnungen etwa bei 0,01 mm.

Die Unvollkommenheit des magnetischen Spaltes ist also einerseits Ursache für nichtlineare Verzerrung und sie hat anderseits einen maßgebenden Einfluß auf den Frequenzgang. Nur durch besondere Kunstgriffe gelingt es, den magnetischen Aufsprechspalt besser einzuengen. Wie Abb. 6 zeigt, kann der schädliche Streufluß Φ' hinter dem Sprechkopf durch eine zweckmäßig angeordnete Zusatzspule aufgehoben werden, so daß nur das Feld im Spalt eine Magnetisierung des Bandes bewirkt. Der Aussteuerbereich wächst dadurch auf ein Mehrfaches. Beim Hörkopf anderseits muß das Bestreben dahin gehen, die tiefen Frequenzen zu bevorzugen. Man kann es dadurch erreichen, daß man die Zusammenraffung der Kraftlinien durch breite Auflage des Bandes auf den Kernen begünstigt, wie z. B. bei einem Kopf nach Abb. 1 b, oder indem man zusätzliche breitere Abtastspalte oder Spulen nach Abb. 6 anbringt, die die tiefen Frequenzen mit einer kleinen Phasenverschiebung besonders hervorheben. Die Frequenzkurve eines solchen Kopfes hat zwei Maxima.

[4]) Das für die Praxis entwickelte Gerät wird auf S. 1232 dieses Heftes beschrieben.

Zusammenfassung.

Das Magnettonverfahren bietet vor anderen Schallaufzeichnungsverfahren wesentliche Vorteile, besonders bei Verwendung von dünnen magnetisierbaren Filmen als Tonträger, die billiger und vielseitiger verwendbar sind als Stahl. Die Tongüte beim Magnettonverfahren wird beeinflußt von der Art der Magnetisierung im Sprechkopfspalt. Dieser soll ein streuungsloses und scharf begrenztes magnetisches Feld von sehr kleiner Ausdehnung bilden, was am besten bei einem geschlitzten Ringmagneten erreicht wird. Dies ist auch eine günstige Form für den Hörkopf, da auch bei den großen Wellenlängen der tiefen Frequenzen die Kraftlinien gut erfaßt werden.

Die Bedeutung der Groß-Elektrowärmegeräte für Technik und Wirtschaft.

Von Dr.-Ing. C. T. Buff VDE, Berlin.

(Schluß von S. 1195.)

621. 364/367

Besondere Bedeutung haben die Widerstandsöfen in den metallerzeugenden und metallverarbeitenden Industriezweigen erlangt. Sie verdanken dies erstens dem Umstand, daß die Güteeigenschaften der hier in Frage kommenden Materialien ausschlaggebend von der Gefügestruktur beeinflußt werden, welche ihrerseits von der Genauigkeit der Temperaturbehandlung abhängt, und zweitens der Möglichkeit, in dem von Brennstoffgasen unabhängig gemachten Behandlungsraum die Atmosphäre willkürlich zu wählen.

Als Beispiele für Glühöfen, bei denen nur der erste Vorzug Bedeutung hat und deshalb mit gewöhnlicher Atmosphäre gearbeitet werden kann, seien Durchziehöfen für das Glühen von Messingbändern[5]) und intermittierend arbeitende Öfen mit Luftumwälzungseinrichtung zum Vergüten von Leichtmetallblechen (Abb. 8) angeführt. Einige weitere Beispiele sollen die Verwendung von Widerstandsöfen für Aufgaben veranschaulichen, bei welchen eine besondere Schutzatmosphäre für das Glühgut notwendig wird. Bei Schachtöfen nach dem System Grünewald und solchen mit Außen- und Innenheizung nach dem System Siemens-Prüfert-Lammine (Abb. 9) wird, wenn auch auf verschiedene Weise, der Zutritt frischen Luftsauerstoffes an das überhitzte Glühgut verhindert und dadurch ein Blankglühen auch von empfindlichem Material (Eisen- und Stahbänder) ermöglicht. Während bei den eben erwähnten beiden Systemen lediglich eine neutrale, d. h. nichtoxydierende Atmosphäre angestrebt wird, kann man auch weitergehen und zur Erzielung reduzierender, also desoxydierender Wirkungen mit Wasserstoffatmosphäre arbeiten[6]).

Abb. 8. Härteofen mit Luftumwälzung für Leichtmetallbleche, 450 kW, 600°, mit einfahrbarem Chargiergerüst.

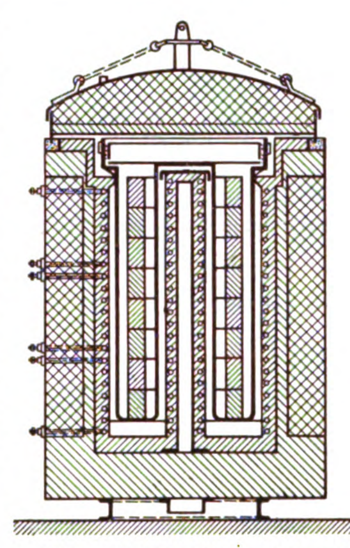
Für die Aufgaben des Vergütens, Glühens und Anlassens von Teilen des Maschinen- und Apparatebaues haben sich die Widerstandsöfen gleichfalls erfolgreich durchgesetzt. In Abb. 10 ist der Blick in das Innere eines 17 m langen Wagenofens wiedergegeben, welcher zum

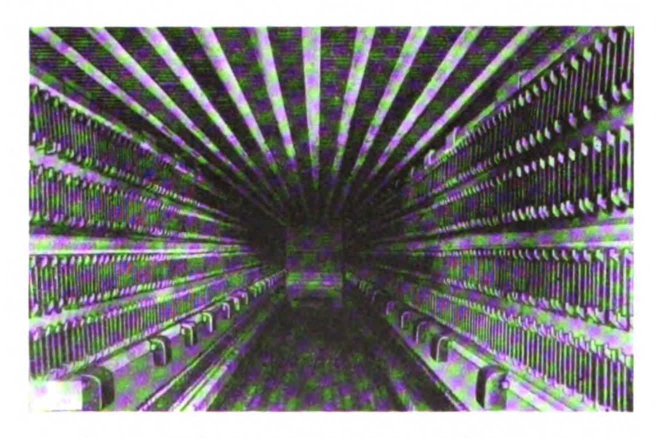
[5]) ETZ 54 (1933) S. 655.

[6] ETZ 54 (1933) S. 654.

Glühen großer Behälterteile für chemische Zwecke in Wasserstoffatmosphäre bestimmt ist.

Auch für das Härten von Werkstücken und Werkzeugen sind vorzügliche elektrisch geheizte Öfen geschaffen worden, und die wichtigeren Betriebe des Maschinen- und Fahrzeugbaues sind bereits dazu übergegangen, ihre Härtereien auf elektrischen Betrieb umzustellen[7]). Abb. 11 gibt einen Trommelofen wieder, der zum Härten von Kugeln und Nadeln für Kugellager und Nadellager Verwendung findet; nach beendigter Durchglühung fallen die behandelten Teile in den auf dem Bild ersichtlichen Behälter mit der Abschreckflüssigkeit. Viel werden auch Drehherdöfen verwandt; die Werkstücke werden durch die Türöffnung in den Ofen eingebracht und, nachdem der Drehherd eine volle Umdrehung ausgeführt hat, entleert und abgeschreckt. Den Zwecken der Zementation dienen Salzbäder[8]), die sich wegen ihrer schnellen und gleichmäßigen Wirkung besonders für die Behandlung von kleinen Werkstücken eignen, ferner Kammeröfen zur Beschickung mit Einsatzkästen, die beispielsweise für das Härten von Kraftwagen-Zubehörteilen angewandt werden, und Öfen für Härtung mittels aufgestrichener Pasten. Verschiedene Härteprozesse machen es erforderlich, den Erhitzungsprozeß unter Abschluß von der umgebenden Luft erfolgen zu lassen, was bei elektrischen Öfen unschwer durchzuführen ist; dies ist z. B. bei der Nitrierhärtung für Maschinenteile aus Sonderstählen der Fall, bei welcher man den Stickstoff im Entstehungszustand in die erhitzte Materialoberfläche eindringen läßt (Abb. 12).

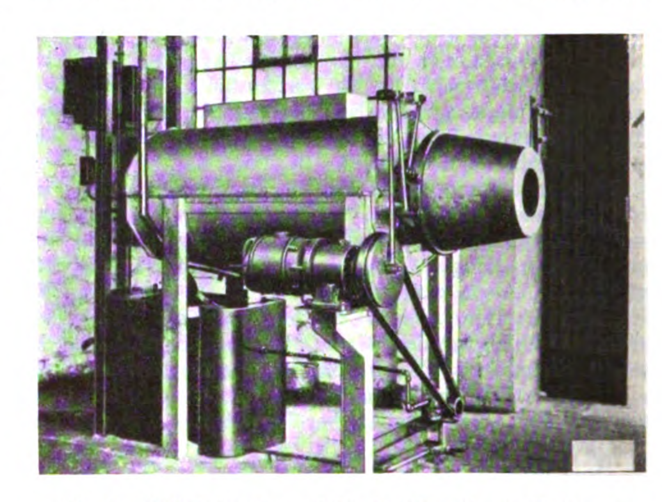

Abb. 9. Elektrischer Schachtofen mit Außen- und Innenheizung.

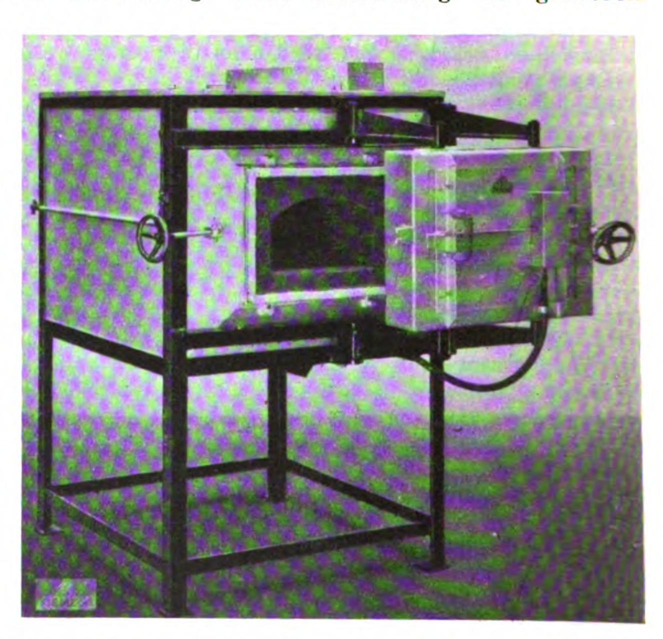

Abb. 10. Elektrischer Blankglüh-Wagenofen, 700 kW, 950°, Wagenlänge 17 m.

Auch für Schmelzzwecke finden Widerstandsöfen in der Eisen- und Metallindustrie viel Verwendung. Verzinkungsbäder[9]) mit elektrischer Heizung haben sich wegen der Verhütung der bei Brennstoffheizung oft vorkommenden gefährlichen Hartzinkbildung durchgesetzt. Auch elektrisch geheizte Aluminiumschmelzöfen vermochten sich in Zusammenhang mit der schnellen Entwicklung der Leichtmetallindustrie in großem Umfange einzuführen.

[7]) ETZ 56 (1935) H. 36, S. 981.
[8]) ETZ 56 (1935) H. 36, S. 982.
[9]) ETZ 54 (1933) S. 655.

Endlich sei noch die Glas- und keramische Industrie erwähnt. Dort haben sich insbesondere elektrisch betriebene Kühlöfen zum gleichmäßigen spannungsfreien Abkühlen von Flaschen und Gläsern vorzüglich bewährt und durch starke Erniedrigung der früher sehr hohen Ausschußziffern reichlich bezahlt gemacht[10]). Ferner sind elektrische Öfen zum Einbrennen von aufgemalten Farben auf Gläsern und Porzellanen sehr beliebt (Abb. 13). Auch zum Brennen von Steingut und anderen keramischen Stoffen mit nicht allzu hohen Brenntemperaturen bedient man sich schon elektrischer Tunnelöfen. Dagegen steht der besonders hohe Arbeitstemperaturen, nämlich 1300 bis 1400 ° erfordernde Porzellanbrennofen erst im Anfang seiner Entwicklung. In größerem Umfange finden bis jetzt nur Kleinöfen für Zahnärzte zum Brennen künstlicher Zähne Verwendung (Abb. 14); in einzelnen Fällen werden auch bereits Kammeröfen für das Brennen einzelner größerer Gegenstände, wie z. B. von Kunstporzellan, benutzt. Das nächste Ziel ist die Einführung kontinuierlich arbeitender Tunnelöfen für die Großfabrikation von Geschirrporzellan. Bekanntlich dienten diesem Zweck bisher kohle- oder gasgeheizte Rundöfen; dieselben arbeiteten intermittierend und be-


Abb. 11. Elektrischer Trommelofen, 21 kW, 850°, zum Härten von Nadeln für Lager.


Abb. 12. Elektrischer Kammerofen, 25 kW, 900°, mit gasdichter Innenmuffel für Härtezwecke.

[10]) ETZ 54 (1933) S. 655.

nötigten für jeden Brand, von der Beschickung bis zur Entleerung gerechnet, eine Anzahl von Wochen. Die Ware mußte, um ungleichmäßige Erhitzung und Verschmutzung durch die Flammengase zu vermeiden, in sogenannte Kapseln eingebettet werden, welche nur wenige Brände aushielten und infolgedessen laufende zusätzliche Kosten verursachten. Die Notwendigkeit, zeitweilig mit



Abb. 13. Elektrischer Gegenlauf-Stoßofen, 60 kW, 900°, zum Einbrennen von Farben auf Porzellan.

reduzierenden Flammen zu arbeiten, führte zu einer starken Qualmbelästigung der Umgebung. Der kontinuierlich arbeitende elektrische Tunnelofen erscheint berufen, diese Nachteile zu vermeiden und bei wesentlich verminderter Durchlaufzeit eine bessere und gleichmäßigere Ware zu erzielen, weshalb die Lösung dieser Aufgabe ganz besonderem Interesse begegnet.

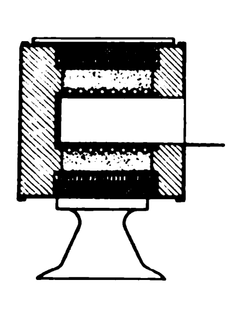




Abb. 14. Porzellan-Brennofen zum Brennen künstlicher Zähne, 1400°, 40 × 30 × 55 mm, 0,75 kW.

Als letzte Gruppe bleiben die Öfen für metallurgische und chemische Zwecke zu besprechen. Die Lichtbogenöfen mit indirekter Heizung haben hauptsächlich als Schmelzöfen für Metalle und Metallegierungen Verwendung gefunden. Man baut dieselben vorzugsweise in liegender zylindrischer Anordnung, wobei die Elektroden in der Achsrichtung eingeführt werden. Beschickungs- und Ausgangsöffnungen sind am Umfang des Zylindermantels angeordnet; der Ausguß geschieht durch Drehen des zylindrischen Ofens um seine Achse auf Rollen oder auf einer Schaukel. Abb. 15 zeigt einen derartigen Ofen.

Lichtbogenöfen für direkte Heizung finden Verwendung zur Erzeugung oder Veredelung von Qualitätsstahl, zur Herstellung von besonders hochwertigem Stahl- und Eisenguß, ferner zum Zulegieren von Silizium, Mangan, Chrom, Molybdän, Vanadium usw. zu Stahlbädern. Die Ofenwanne wird kippbar gelagert, meist auf einer Schaukel; gewöhnlich befindet sich auf einer Seite eine breite Arbeitstür zum Beschicken und Abschlacken, auf einer anderen eine Tür mit Ausgußschnauze. Jede der Elektroden kann für sich motorisch auf und ab bewegt werden, wobei ein hartes Aufsetzen auf festen Einsatz durch Anordnung eines Rutschantriebes und durch Gewichtsausgleich vermieden wird. Das Zünden der Lichtbögen und die Einstellung der Lichtbogenlänge werden selbsttätig von Strom-Spannungs-Relais aus gesteuert, welche auf gleichbleibende Leistungsaufnahme zu regeln haben; angesichts der oft recht großen Energiemenge müssen diese Elektrodenregelungen sehr schnell und genau arbeiten, um von dem speisenden Netz Stöße fernzuhalten. Zum Schutz gegen die Auswirkung stärkerer Kurzschlüsse, wie sie z. B. durch Zusammenbrechen von aufgetürmten Massen festen Einsatzes auftreten können, sieht man kräftig dämpfende Transformatoren und Drosselspulen vor. Die größten in Deutschland bisher gebauten Ofeneinheiten haben 30 t Fassungsvermögen und 8000 kW Höchstleistung[11]); sie gestatten, in 24 Stunden vier Beschickungen mit festem Einsatz niederzuschmelzen und zu feinen. In Amerika hat man noch erheblich größere Einheiten ausgeführt. Um den Beschickungsvorgang zu beschleunigen und die Anlagen noch besser auszunutzen, ist man neuerdings dazu übergegangen, den Ofendeckel mitsamt dem Elektrodenständer ausfahrbar zu machen und die Beschickung mit Hilfe von Greifern von oben her vorzunehmen, wie in Abb. 16 veranschaulicht.

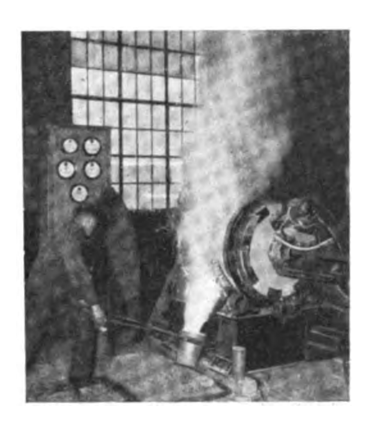


Abb. 15. Lichtbogen-Schaukelofen für 100 kg Einsatz.

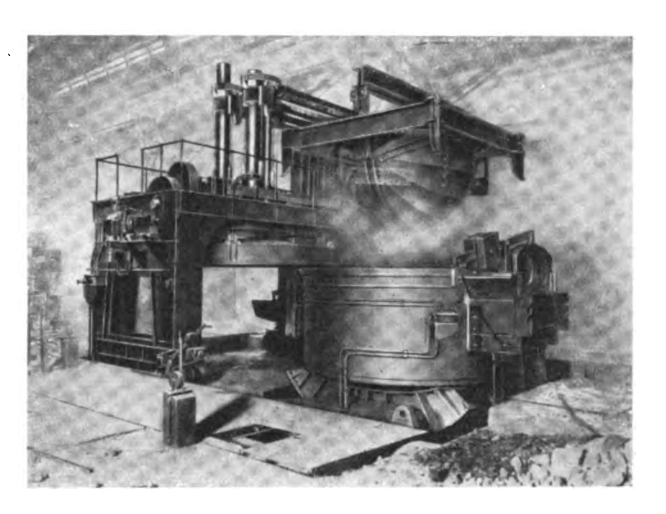


Abb. 16. Lichtbogenofen, Ofendeckel ausfahrbar, mit Beschickungsvorrichtung.

Die Induktionsöfen sind — wie schon eingangs erwähnt — den Lichtbogenöfen dadurch überlegen, daß bei ihnen infolge des Fortfalls der Elektroden jede Möglichkeit einer chemischen Einwirkung auf den Einsatz entfällt. Man gibt ihnen deshalb den Vorzug, wo es sich um die Herstellung besonders hochwertigen Materials handelt, beispielsweise von Konstruktionsstählen mit niedrigem Gehalt an Kohlenstoff und sehr geringen Beimischungen von Phosphor und Schwefel. Der Hochfrequenzofen vereinigt mit seinem tiegelförmigen Schmelzraum weitgehend die Vorzüge des Induktionsofens mit denen des Lichtbogenofens und hat sich deshalb trotz seiner wesentlich höheren Anschaffungskosten gut eingeführt.

[11]) ETZ 54 (1933) S. 654.

Bei den Lichtbogen-Reduktionsöfen, in welchen Erze und Mineralien verarbeitet werden, erfolgt der Abstich des flüssigen Erzeugnisses unten, so daß sich Kippvorrichtungen erübrigen. Die Beschickung geschieht, wie in Abb. 17 erkennbar, von oben her in den offenen Ofen. Um einen langen ununterbrochenen Betrieb zu ermöglichen, ergänzt man die sich unten innerhalb des Einsatzes abnutzenden Elektroden am oberen Ende, indem man entweder auf die Reststücke der alten Elektroden neue Elektroden aufschraubt oder nach dem Verfahren von Söderberg amorphe Kohle aufstampft; hierbei müssen die Elektrodenfassungen so eingerichtet werden, daß durch vorübergehendes Lockern der Halterung ein Nachsetzen möglich wird. Reduktionsöfen finden Verwendung für die Herstellung von Tonerde-Schmelzzement, Korund (Abb. 18), Kalzium-Karbid und Ferro-Legierungen, wie z. B. Ferro-Mangan. Die Anschlußleistungen der Reduktionsöfen gehen hinauf bis zu etwa 20 000 kW und ergeben bei den verhältnismäßig geringen zulässigen Betriebsspannungen außergewöhnlich hohe Stromstärken, nämlich in der Größenordnung von 100 000 A und darüber, deren Beherrschung dem Elektrotechniker ganz besondere Aufgaben stellte.

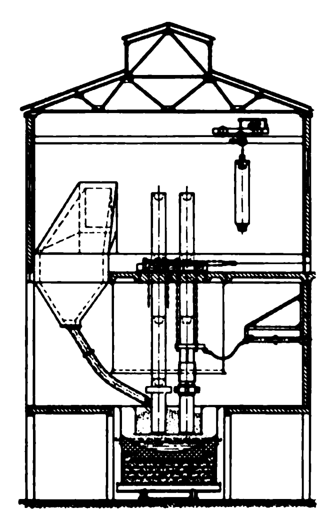


Abb. 17. Lichtbogen-Reduktionsofen mit Beschickung von oben.

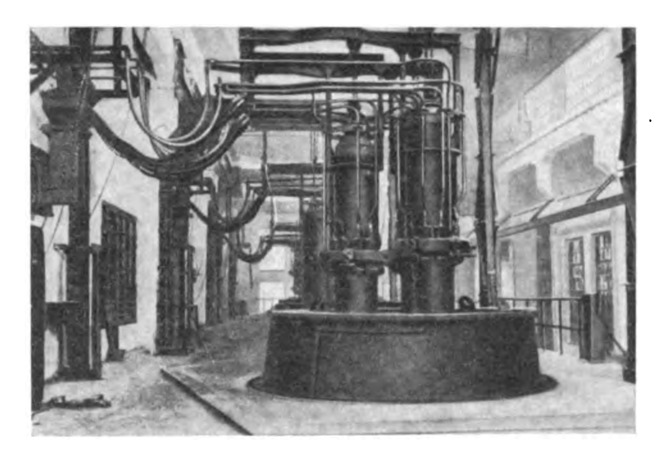


Abb. 18. Fünf Lichtbogen-Reduktionsöfen je 1300 kW zur Herstellung von Korund.

Wirtschaftliche Auswirkungen der Elektrowärme-Anwendung.

Nunmehr sei noch kurz die Bedeutung der Elektrowärmeanwendung für die Elektrizitäts-Versorgungsanlagen und für die Gesamtwirtschaft beleuchtet.

In einer Reihe von Anwendungsfällen liegt die Zweckmäßigkeit der elektrischen Heizung von vornherein unbestritten fest. Dies kann aus technischen Gründen der Fall sein, wenn die angestrebte Wirkung überhaupt nur mit elektrischem Betrieb zu erreichen ist, wie z. B. bei der Notwendigkeit sehr hoher Temperaturen, welche nur der elektrische Lichtbogen hervorzubringen vermag. Es kann sich aber auch aus wirtschaftlichen Gründen ergeben, so z. B. wenn Wasserkraftenergie aus Laufwasserkräften, d. h. also aus nichtspeicherfähigen Wasserkräften, zur Verfügung steht, welche bei Nichtausnutzung verlorengehen würde.

In der Mehrzahl der Anwendungsfälle trifft aber die Elektrowärme auf den Wettbewerb anderer Heizungsarten. Muß die elektrische Energie erst aus Wärmeenergie erzeugt werden, so stellt sich das Bild für die Elektrowärme bei der ersten flüchtigen Betrachtung nicht besonders günstig dar. Um 1 kWh mit einem Wärmeäquivalent von 860 kcal zu erzeugen, müssen in neuzeitlichen Wärmekraftwerken immer noch 3500 bis 4000 kcal aufgewandt werden; das bedeutet einen Bereitstellungs-Wirkungsgrad für die Energie in elektrischer Form von nur rd. 20 %. Mit anderen Worten: Die kWh von 860 kcal verschlingt den Heizwert eines halben Kilogramms guter Steinkohle oder eines ganzen Kubikmeters hochwertigen Gases im Betrage von etwa 3800 kcal.

Nun kommt es aber nicht allein auf den Bereitstellungs-Wirkungsgrad der Energie an, sondern auch auf den Umwandlungs-Wirkungsgrad im Wärmegerät selbst; dieser ist bei elektrischem Betrieb wesentlich günstiger als bei Brennstoffbetrieb, und zwar in steigendem Maße, je höher die Betriebstemperatur ist. Das elektrische Gerät arbeitet ohne Wärmeverluste durch abziehende Heizgase; es läßt sich sehr gedrängt bauen und gegen die Umgebung dicht abschließen, so daß auch die Wärmeabgabe an den umgebenden Raum auf das geringstmögliche Maß beschränkt wird. Hierdurch erfährt das vorhin erwähnte Verhältnis der kcal von 3800 : 860 eine nicht unerhebliche Berichtigung zugunsten des elektrischen Betriebes.

Auch soll man sich allgemein davor hüten, Rentabilitätsprobleme einseitig von der Ausgabenseite her zu betrachten. Selbst bei wesentlich gesteigerten Ausgaben für den Wärmeverbrauch kann sich eine bessere Wirtschaftlichkeit ergeben, wenn eine entsprechend größere Steigerung der Einnahmen gegenübersteht. So zeigte sich bei der Einführung des elektrischen Blankglühens von Eisen- und Stahlband, bei welchem es teils auf hervorragende Tiefziehfähigkeit, teils auf einwandfreie Oberflächenbeschaffenheit ankommt, daß das behandelte Material eine Güte und Gleichmäßigkeit erlangte, wie sie vorher nie zu erreichen war; ferner sanken die Ausschußziffern erheblich. In einem Werke erwies es sich gleichzeitig als möglich, die Zahl der Glühungen von 4 auf 3 und die der Walzstiche von 7 auf 5 herabzusetzen, also mit gleichem Arbeitsaufwand eine um rd. ein Drittel erhöhte Erzeugung zu bewältigen. Es liegt auf der Hand, daß angesichts derartiger Ergebnisse die Bedeutung der Wärmekosten und des Brennstoffverbrauches durchaus in den Hintergrund tritt. Ähnliche Beispiele lassen sich auch aus den anderen Gebieten der Elektrowärmeanwendung beibringen.

Allerdings liegt der wirtschaftlich tragbare Höchstpreis der kWh je nach den besonderen technologischen Leistungen der elektrisch geheizten Geräte auf den einzelnen Anwendungsgebieten verschieden hoch, und oft wird eine Wettbewerbsfähigkeit nur bei Preisen gegeben sein, welche erheblich unter den für Licht- und Kraftzwecke üblichen Sätzen bleiben. Für eine Sonderbehandlung im Stromtarif sind aber im allgemeinen die Vorbedingungen in Anbetracht der Gleichmäßigkeit des Stromverbrauches bei Elektrowärmegeräten durchaus vorhanden. Eine immer weitergehende Verbilligung des Elektrizitätsbezuges wird der Reihenfolge nach möglich bei Dauerentnahme während einer Tagesschicht, Dauerentnahme während zwei Tagschichten, Dauerentnahme bei dreischichtigem Betrieb und schließlich bei Entnahme nur während der Nachtschicht bzw. bei sonstigen Belastungstälern. Durch das Hinzukommen des Elektrowärmeverbrauchs erhöht sich die für die Wirtschaftlichkeit des Gesamtbetriebes maßgebliche jährliche Benutzungsstundenzahl der installierten Elektrizitätswerksleistung und schafft dadurch unter Umständen die Voraussetzung für eine der Allgemeinheit zugute kommende Tarifsenkung. Um zu zeigen, daß es sich beim Elektrowärmeverbrauch um einen recht beachtlichen ziffernmäßigen Anteil handelt, sei nur erwähnt, daß nach Knoops (Freiberg) im Jahre 1934 die Strom-

abgabe für industrielle Wärmezwecke in ganz Deutschland bereits 6 % und in gewissen Industriebezirken sogar 15 bis 20 % des Gesamtstromverbrauchs erreicht hat, und dies, obwohl sich die Elektrowärme noch durchaus im Einführungsstadium befindet.

Die Eigenschaften, welche die Groß-Elektrowärmegeräte besonders kennzeichnen, sind kurz zusammengefaßt die folgenden:

a) in technischer und betrieblicher Hinsicht:
 Hohe Regelfähigkeit und genaue zeitliche und örtliche Beherrschung der Temperatur.
 Einfachheit der Handhabung und erwünschtenfalls vollständige Unabhängigkeit von der Aufmerksamkeit der Bedienung bei Verwendung von selbsttätigen Reglern,
 Möglichkeit willkürlicher Wahl der Atmosphäre des thermischen Vorganges,
 Sauberkeit des Gerätes, der behandelten Gegenstände und der Umgebung.

b) in fabrikatorischer Hinsicht:
 Steigerung der Güte und Gleichmäßigkeit der behandelten Gegenstände und Stoffe,
 Möglichkeit von Rohstoff- und Gewichtsersparnissen an Konstruktionsteilen infolge kleinerer Streuung bei den Güteziffern und verminderter Ausschußmengen,
 Freizügigkeit bei der Aufstellung wegen der Unabhängigkeit von Verbrennungsräumen und Rauchgasleitungen, z. B. Möglichkeit der Aufstellung inmitten von Fabrikationsfließlinien.

c) in energiewirtschaftlicher Hinsicht:
 Gesteigerte Ausnutzung der Elektrizitätsversorgungsanlagen und Erhöhung ihrer Wirtschaftlichkeit durch Ausfüllung der Belastungstäler und Erhöhung der Benutzungsstundenzahl.

d) in gesundheitlicher Hinsicht:
 Größtmögliche Gefahrlosigkeit,
 Geringste Belästigung durch Rauch- und Dunstbildung im Bedienungsraum und in der weiteren Umgebung.

Betont sei, daß die Vorteile der Elektrowärmeanwendung keineswegs immer vorausgesehen werden konnten, sondern sich — wie in dem obenerwähnten Fall des Blankglühproblems — in ihrer ganzen Tragweite erst nach der Inbetriebnahme der betreffenden Anlagen, in vielen Fällen sogar erst nach langen mühevollen Versuchen herausstellten. Das in voller Entwicklung begriffene Elektrowärmegebiet birgt noch sehr viele technische Möglichkeiten, so daß der weiteren Einführung der Elektrowärme keinerlei Beschränkungen auferlegt werden sollten. Nur durch eine freie Entwicklung im Inlande ist es möglich, international wettbewerbsfähig zu bleiben und damit unsere Ausfuhr zu fördern.

Zusammenfassung.

Die Groß-Elektrowärmegeräte haben sich in fast allen Zweigen von Industrie und Gewerbe eingeführt und zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel der Fabrikation entwickelt. Ihr Wert ist jedoch nicht in erster Linie auf dem Gebiete der Energiekosten zu suchen, sondern liegt ausschlaggebend in ihrer technologischen Leistungsfähigkeit, welche sie den brennstoffgeheizten Geräten überall da, wo es auf Güte und Gleichmäßigkeit der Erzeugnisse ankommt, überlegen macht. Für Fabrikationsbetriebe bieten sie die weiteren Vorteile der zwanglosen Eingliederung in die Werkstätten und der sauberen und gesundheitlich einwandfreien Betriebsweise. Als Stromverbraucher tragen sie zur Erhöhung der Benutzungsstundenzahl der Kraftwerke bei und sind daher geeignet, die Gesamtwirtschaftlichkeit der Energieversorgung zu verbessern.

(Die Besprechung des Vortrages folgt auf S. 1239 dieses Heftes.)

Über die Weiterentwicklung der Gasentladungslampen.

Weißes Licht durch Phosphoreszenzröhren.

Von Dr. **H. Ewest**, Berlin.

621. 327

Übersicht. Der Aufsatz geht von der Entwicklung der Natrium- und Quecksilberhochdrucklampen aus und erörtert die Herstellung von weißleuchtenden Röhren unter Verwendung fluoreszierender Stoffe.

In den letzten Jahren hat die Entwicklung der Gasentladungsröhren bedeutende Fortschritte gemacht, wie auch schon an dieser Stelle beschrieben[1]. Es ist gelungen, Natriumröhren mit einer Lichtausbeute von ungefähr 50 lm/W laufend herzustellen, ebenso Quecksilberhochdruckröhren mit einer Ausbeute von 40 bis 50 lm/W. Für die Allgemeinbeleuchtung haben aber beide Arten von Röhren, trotz ihrer hohen Lichtausbeute, die das Zwei- bis Dreifache der Glühlampen gleicher Wattaufnahme beträgt, und trotzdem sie mit der normalen Netzspannung von 220 V betrieben werden können, noch keinen Eingang gefunden, da ihre ausgesprochene Farbigkeit störend empfunden wird. Für andere Zwecke allerdings hat die Einfarbigkeit gewisse Vorteile, z. B. Sehschärfenerhöhung. Die Lampen haben für Sonderzwecke schon ausgedehnte Anwendung gefunden; erwähnt sei nur die Autostraßenbeleuchtung mittels Natriumlampen, z. B. bei Dallgow-Döberitz[2], auf der Autobahn Köln—Bonn, die Beleuchtung der Berlin-Charlottenburger Chaussee[3] und der Schloßstraße in Steglitz mit Quecksilberhochdrucklampen, weiter die verschiedene Verwendung der Lampen für Anstrahlung von Gebäuden usw. In der Reklametechnik sind farbige Gasentladungsröhren ebenfalls allgemein bekannt, aber auch hier wurde der Wunsch nach einer weiß aussehenden Lichtquelle immer reger.

Mit den in Leuchtröhren verwendbaren Gasen und Dämpfen ist eine weiße Lichtquelle nur verhältnismäßig umständlich herzustellen, anderseits ist seit langem bekannt, daß es auch möglich ist, Licht kürzerer Wellenlänge in Licht längerer Wellenlänge mittels der sog. Phosphore[4] umzuwandeln. Derartige Phosphore gibt es

Zahlentafel 1. Phosphoreszierende natürliche Mineralien.

Mineral	Eigenfarbe	aktivierendes Mittel	Lumineszenzfarbe
Diamant (C)	wasserklar	(Fe, Ti, Sm ?)	weißlich, rosa grün, blau
Calcit ($CaCO_3$)	weiß	Mg, Mn	rot, grün, gelb
Arragonit ($CaCO_3$)	gelblich	Sr (Mg, Fe)	orange
Dolomit ($MgCaC_2O_6$) . . .	farblos	Mn, Fe	{ weißlich rot, grün
Rubin (Al_2O_3)	rot	Cr	rot
Spinell ($MgAl_2O_4$)	rot	Cr, Mn	rot, grün
Kunzit ($LiAlSi_2O_6$) . . .	lila	Mn, (Zn)	bläulich
Smaragd ($BO_3Al_2Si_6O_{18}$) .	grün	Cr	orange
Aquamarin	hellblau	Li ?	hellgrün
Apatit ($FCa_5P_3O_{12}$) . . .	hellviolett	(Ra!)	gelbgrün
Cyanith (Al_2SiO_5)	bläulich	Cr ?	rot
Blaues Steinsalz (NaCl) .	blauviolett	Na	grünlich

[1] ETZ 55 (1934) S. 337; 56 (1935) H. 19, S. 534.
[2] ETZ 55 (1934) S. 577.
[3] ETZ 56 (1935) H. 26, S. 745.

[4] Die Phosphore haben mit dem Element Phosphor nichts gemeinsam, der Name ist gewählt worden, weil einige dieser Stoffe, nachdem sie einmal Licht empfangen haben, auch im Dunkeln leuchten können ähnlich wie das Element Phosphor.

in der Natur in großer Zahl, z. B. Flußspat, Rubin, Saphir usw. Gekennzeichnet sind die Phosphore dadurch, daß zu einem Grundstoff kleine Mengen eines anderen Stoffes als aktivierendes Mittel hinzugegeben werden. Eine Auswahl ist in Zahlentafel 1 zusammengestellt worden.

Die Phosphore lassen sich aber auch künstlich herstellen und haben dann sogar noch meistens die Fähigkeit, die Lichtumwandlung vollständiger als die natürlich vorkommenden vorzunehmen. Einige künstliche Phosphore zeigt Zahlentafel 2 gleichzeitig mit Angabe der zur Anregung verwandten Strahlung und der Ausbeute.

Zahlentafel 2. Energieumsetzung einiger Phosphore.

Phosphore	Erregung	Quantenausbeute	energetische Ausbeute	Lichtausbeute
Zinksulfid*)	U.V. 3650/63	100%	70%	230 lm/W
Rhodamin in Glyptal*)	5770/90	50%	48%	94 lm/W
Rhodamin in H_2O gelöst 10^{-5} g/cm³**) .	100 W-Glühlampe	—	25 ··· 50%	—
Fluoreszeln in H_2O gelöst 10^{-5} g/cm³**) .	„	—	60 ··· 80%	—
Zinksulfid***)	α-Strahlung	—	80%	—

*) A. Dresler, Licht (1933) Nr. 9 u. 10.
**) S. J. Wasilow, Z. Physik (1924) Nr. 22, S. 266.
***) P. M. Wolf u. N. Riehl, Ann. Physik (1931) Nr. 1, S. 103.

In der Beleuchtungstechnik waren bereits Anfang 1900 Phosphore in Reflektoren in Anwendung bei den Quecksilberleuchtröhren, denen ja bekanntlich rote Strahlen fehlen. Der Überzug auf den Reflektoren bestand damals aus Rhodamin, das die gelben, grünen und blauen Strahlen des Quecksilbers zum Teil in rote Strahlen umwandelte. Da aber der seinerzeit verwandte Rhodaminanstrich bald ausblich, konnten sich derartige Leuchten nicht dauernd behaupten.

Die Leuchtröhren senden größtenteils außer den sichtbaren Strahlen prozentual sehr viel unsichtbare, und zwar hauptsächlich ultraviolette Strahlen aus, die man von den Phosphoren in sichtbares Licht umwandeln lassen kann. Auf diese Weise muß es gelingen, die Lichtausbeute der Leuchtröhren bedeutend zu erhöhen. Versuche in dieser Richtung sind schon bald nach dem Kriege angefangen worden, haben aber erst jetzt zu einem brauchbaren Ergebnis geführt, da erstens die chemische Widerstandsfähigkeit der Phosphore bedeutend erhöht werden konnte, zweitens die Anbringung der Phosphore vereinfacht wurde. Da hauptsächlich ultraviolette Strahlen in sichtbare Strahlen umgesetzt werden sollen, muß der Phosphor von den unsichtbaren Strahlen der Gasentladungsröhren getroffen werden. Der einfachste Weg dazu ist, den Phosphor innerhalb der Leuchtröhre einzubringen, da dann die von der Entladung ausgesandten ultravioletten Strahlen nicht erst die Glashülle zu durchdringen brauchen, wo sie in jedem Falle mehr oder weniger geschwächt werden. Die Schwierigkeit war, 1. den Phosphor haltbar auf der Glaswand zu befestigen, 2. einen Phosphor zu wählen, der nicht von der Entladung chemisch angegriffen und dabei von den in der Entladung enthaltenen ultravioletten Strahlen zu möglichst guter Lichtausstrahlung im sichtbaren Gebiet angeregt wird. Durch langjährige Versuche sind beide Schwierigkeiten überwunden worden. Auch die Forderung, eine weiße Leuchtröhre herzustellen, ist durch Wahl eines geeigneten Phosphors gelöst.

In der Reklamebeleuchtung sind bereits Schilder mit fluoreszierenden weiß aussehenden Leuchtröhren in Betrieb[5]). Die Lichtausbeute bei dieser Anlage beträgt etwa 25 bis 30 lm/W. Das leuchtende Gas in der Röhre ist Quecksilberdampf. Durch die Phosphoreszenzwirkung ist die Ausbeute auf das Zwei- bis Dreifache gesteigert gegenüber Röhren gleicher Gasfüllung ohne Phosphore. Da sich derartige Röhren auch für niedrigere Wattzahlen herstellen lassen, bietet sich die Aussicht, Phosphoreszenzröhren auch für die Allgemeinbeleuchtung einzuführen.

[5]) Z. B. in Berlin das Schild der BEWAG bei der Kaiser-Wilhelm-Gedächtnis-Kirche und das Schild „Phönix Harburg" in der Potsdamer Straße.

Für dekorative Beleuchtung kann man mit Phosphoren grüne, gelbe, blaue und weißliche Röhren mit guter Lichtausbeute herstellen. Die Aufgabe, mit weißlichen Röhren allein eine farbgetreue Allgemeinbeleuchtung in Zimmern usw. zu erhalten, ist zur Zeit noch nicht völlig gelöst, da der Rotgehalt nur ungefähr halb so groß ist wie der Rotgehalt des Tageslichtes. Mit Glühlampen gleichen Wattverbrauchs zusammen verwendet ist die Beleuchtung der des Tageslichtes weitestgehend angenähert. Es besteht jedoch begründete Aussicht, durch Weiterentwicklung der Phosphore auch den Rotgehalt so zu erhöhen, daß die Röhren allein den Anforderungen an eine einwandfreie Beleuchtung genügen.

Im vorhergegangenen ist die Verwendung der Phosphore hauptsächlich innerhalb der Leuchtröhre behandelt. Für Reklamezwecke kann man auch eine Bestrahlung von außerhalb der Röhre befindlichen Phosphoren mit ultraviolettem Licht anwenden[6]).

Zusammenfassung.

Durch Einbringen von Leuchtstoffen (sog. Phosphoren) in das Glasrohr der Gasentladungslampen können die unsichtbaren ultravioletten Strahlen in sichtbare umgewandelt werden. Dadurch wird die Lichtausbeute gesteigert und die ursprüngliche Farbe der Entladung geändert, so daß auch weißleuchtende Röhren hergestellt werden können.

[6]) ETZ 56 (1935) H. 16, S. 463.

Elektrische Kontakte.

621. 316. 066. 6

Ein Aufsatz von G. Windred[1]) erörtert die Haupteigenschaften, die man von Kontaktwerkstoffen verlangen muß, und vergleicht die Kenngrößen der verschiedenen verfügbaren Metalle. Diese müssen vor allem folgenden Bedingungen genügen:

1. Ununterbrochene Stromleitung ohne Überhitzung oder zerstörende Wirkungen, wie etwa die Bildung von Oxyden hohen spez. Widerstandes;
2. Stromtrennung ohne nennenswertes Verbrennen oder Anfressen der Kontaktflächen.

Zur Erfüllung der ersten Bedingung ist ein niedriger Kontaktwiderstand erwünscht, wie ihn z. B. Kupfer hat. Kupfer neigt jedoch schon bei ziemlich geringen Temperaturen zur Bildung eines Oxyds (CuO) mit hohem Widerstand und wird dadurch für viele Fälle ungeeignet. Infolge der Oxydbildung wächst der Übergangswiderstand, und das führt bei gegebenem Strom zu stärkerer Erhitzung und entsprechend zunehmender Oxydation. Diese sich selbst steigernde Erscheinung ist besonders unangenehm bei Kontakten, die lange geschlossen bleiben und auf die Selbstreinigung durch öfteres Öffnen und Schließen verzichten müssen. Um hier zu helfen, sind viele Versuche mit silberplattierten Kontakten angestellt worden. Silberoxyd hat im Gegensatz zu Kupferoxyd nur geringen Widerstand und führt daher nicht zur Überhitzung der Kontaktfläche. Indessen bietet Silber andere Schwierigkeiten: es ist teurer, weicher und hat einen niedrigeren Schmelzpunkt. Der niedrige Schmelzpunkt ist besonders in induktiven oder kapazitiven Kreisen unerwünscht, in denen beträchtliche Energiemengen gespeichert sein können, die beim Abschalten frei werden und das weiche Kontaktmetall ernstlich durch Lichtbogenbildung gefährden.

Die geschilderten Schwierigkeiten bei der Auswahl der Kontaktmetalle für verschiedene Zwecke haben schon zahlreiche Untersuchungen veranlaßt[2]); der Verfasser, der auch die wichtigsten Veröffentlichungen anführt, glaubt jedoch, daß im Hinblick auf die Wichtigkeit der Frage bislang noch zu wenig geschehen ist. *Sb.*

[1]) G. Windred, Engineer 160 (1935) S. 222.
[2]) Vgl. etwa L. Weiler, ETZ 56 (1935) H. 3, S. 52; R. Holm, ETZ 56 (1935) H. 19, S. 537.



RUNDSCHAU.

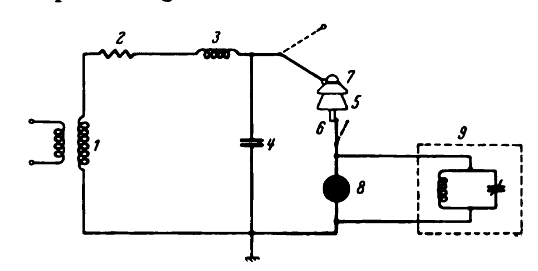
Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 316. 57. 064 **Schnelles Wiedereinschalten gefallener Ölschalter.** — Amerikanische Elektrizitätswerke haben seit einer Reihe von Jahren (1931) Versuche gemacht, die Wiedereinschaltzeit herausgefallener Ölschalter zu verkürzen. Die übliche Zeit, auf die man die selbsttätigen Wiedereinschaltvorrichtungen einstellte, war 1 min. Daß diese Frist sowohl im Interesse des stromliefernden Werkes wie auch in dem des Abnehmers zu lang war, zeigt schon eine Betrachtung des Streifens eines schreibenden Kilowattmessers. Bei Einschaltung nach 1 min dauert es 7 bis 8 min, bis die volle Belastung der Leitung wieder erreicht ist. Das bedeutet also einen merklichen Erzeugungsausfall für beide Teile. Bei einer Herabsetzung der Wiedereinschaltzeit war damit zu rechnen, daß die Kurzschlüsse zu großem Teil noch nicht beseitigt waren, der Schalter somit ein zweites, u. U. auch ein drittes Mal fallen würde. Diese Erwartung traf nicht zu; bei einer Herabsetzung auf 30 und auch auf 15 s blieb der Prozentsatz der erfolgreichen ersten Wiedereinschaltungen unverändert. Um die tatsächliche Dauer eines Kurzschlusses festzustellen, machte die General Electric Co. folgenden Versuch: Auf eine durch einen schwachen Kupferdraht überbrückte Isolatorenkette wurde ein 132 kV-Prüftransformator mit einer Anzapfung von 22 kV geschaltet. Beim Einschalten zerstäubte der Draht, ein Lichtbogen wurde gezündet, wodurch der an der 22 kV-Anzapfung liegende Schalter auslöste. So schnell als möglich wurde dann die volle Spannung von 132 kV auf die Kette geschaltet. Es zeigte sich, daß, wenn der Zeitunterschied zwischen Wegnahme der 22 kV und Zuschalten der 132 kV nur 5 Perioden betrug, in 50 % aller Fälle der Schalter hielt, die Luftstrecke war bereits entionisiert. Ein Zeitraum von 11 Perioden verhinderte in allen Fällen das Fallen des 132 kV-Schalters. Die Georgia Power Co. baute daraufhin eine Anzahl Relais für sofortige Wiedereinschaltung in ihrem Netz ein. Im ersten Sommer kamen 57 Schalterfälle vor, bei denen sofort wieder eingeschaltet wurde und der Schalter in 46 Fällen nicht mehr abfiel, also in 81 % der Gesamtzahl. Darauf wurden bei diesem Werke und noch einigen anderen Überlandwerken eine Anzahl solcher Relais eingebaut. Von 1659 Wiedereinschaltungen waren 1211 (73 %) erfolgreich. Auch der Rest von 27 % war z. T. noch auf mechanische Störungen, nicht genügend schnelles Trennen der Kontakte der Überstromrelais u. ä. m. zurückzuführen. Im Verfolg aller Verbesserungsmöglichkeiten konnte dann die Georgia Power Co. erreichen, daß die Zahl der erfolgreichen ersten Wiedereinschaltungen auf 88,7 % stieg, in 4,5 % aller Fälle gelang die zweite, in 1,3 % die dritte Einschaltung, in nur 6 % aller Fälle wurde die Leitung endgültig ausgeschaltet. Dies zeigt, daß fast alle Kurzschlüsse nur vorübergehender Natur sind. Die notwendige Wiedereinschaltzeit setzt sich aus folgenden Teilzeiten zusammen: Eigenzeit der Schalter und Relais 8 bis 12 Perioden, Zeit, während der der Lichtbogen durch den Rückstrom von Induktionsmotoren gespeist wird, 10 Perioden, Entionisierung der Lichtbogenstrecke 8 Perioden, zusammen höchstens 30 Perioden oder, bei dem in Amerika üblichen 60 Hz-Drehstrom, eine halbe Sekunde. Ein nach Ablauf dieser Zeit eingelegter Schalter hat 90 % Aussicht, eingeschaltet zu bleiben. [Gen. electr. Rev. 37 (1934) S. 162, u. 38 (1935) S. 258.] *Ha.*

Leitungen.

621. 396. 823. 08 : 621. 315. 62 **Untersuchung der Radiostörwirkung von Hochspannungsisolatoren.** — Die Materialprüfanstalt des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins berichtet durch M. Dick über die Verwendung des Siemens-Störmeßplatzes zur Untersuchung der Radiostörwirkung von Hochspannungsisolatoren.

Der Störmeßplatz bedarf für Messungen an Hochspannungsisolatoren (Abb. 1) einiger Abänderungen gegenüber den Messungen an störenden Niederspannungsgeräten, da die Hochspannung vom Meßplatz ferngehalten werden muß. Er wurde bei den Versuchen zwischen Isolatorenstütze und Erde geschaltet und durch eine Edelgassicherung (*8*) bei Isolatorenüberschlägen geschützt. Hochfrequenzerzeuger ist der störende Isolator (*5*). Der Hochfrequenzkreis wird über einen Hochspannungskondensator (*4*) von 300 pF geschlossen und so die Hochspannung von dem Meßplatz ferngehalten.



1 Hochspannungstransformator
2 hoher Widerstand zur Strombegrenzung
3 Schutzdrossel
4 Hochspannungskondensator 300 pF
5 zu untersuchender Isolator
6 Schalter
7 Bund
8 Edelgassicherung
9 Störmeßplatz

Abb. 1. Schaltung zur Untersuchung der Hochspannungsisolatoren.

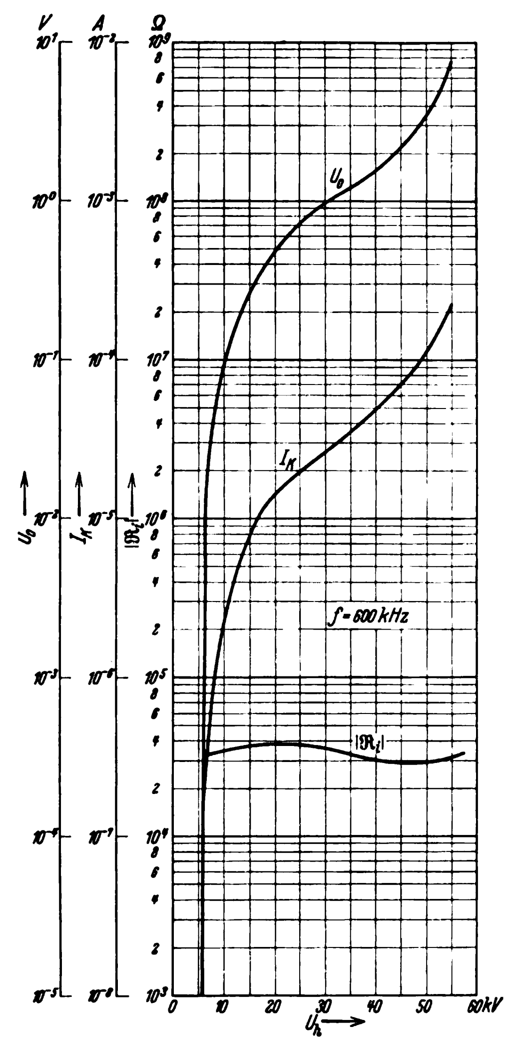


Abb. 2. Abhängigkeit der Hochfrequenzgrößen von der Meßspannung.

Einige Schwierigkeiten bereitet die Messung der Leerlaufspannung, bei der der Resonanzwiderstand des Sperrkreises im Störmeßplatz wesentlich größer als der innere Widerstand des Isolators sein muß, um einen hochfrequen-



ten Leerlauf des Isolators zu gewährleisten. Da der innere Widerstand des Isolators sehr hoch ist, erreicht dadurch der Resonanzwiderstand praktisch die Größe des Isolationswiderstandes des Sperrkreises. Für die Beurteilung der Störwirkung der Isolatoren ist jedoch das Verhalten im hochfrequenten Kurzschluß bedeutungsvoller als der Leerlauf, da die Isolatoren, als Hochfrequenzerzeuger betrachtet, im Netz gewissermaßen mit dem Wellenwiderstand der am Isolator befestigten Leitung belastet sind, der wesentlich kleiner als der innere Hochfrequenzwiderstand der Isolatoren ist, und demzufolge praktisch immer im hochfrequenten Kurzschluß arbeiten.

Ermittelt werden durch Messung und Berechnung Leerlaufspannung, Kurzschlußstrom und innerer Widerstand, abhängig von der am Isolator liegenden Spannung. Kurzschlußstrom und Leerlaufspannung nehmen mit steigender Spannung zu (Abb. 2).

Die Kurven steigen erst von der Spannung ab an, bei der auch am Isolator Glimmentladungen auftreten; denn diese sind die Ursache für die hochfrequenten Störungen und machen den Hochspannungsisolator erst zum Hochfrequenzerzeuger. Der innere Widerstand $\mathfrak{R}_i$ bleibt auch bei steigender Spannung annähernd gleich. Die drei Hochfrequenzgrößen $\mathfrak{R}_i$, U_o und I_k gehorchen dem ohmschen Gesetz $U_o = |\mathfrak{R}_i| \cdot I_k$.

Der Kurzschlußstrom I_k ist bei gleichbleibender Hochspannung bei verschiedenen Frequenzen zwischen 150 und 1500 kHz unverändert.

Die in Abb. 2 angegebenen Kurven unterscheiden sich für verschiedene Isolatorentypen. Bei größeren Isolatoren liegt die Störeinsatzspannung an sich höher als bei kleineren, jedoch fast stets unter der Betriebsspannung der betreffenden Isolatoren, so daß Radiostörungen unvermeidlich sind. [M. Dick, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) S. 192.] *W. Ft.*

621. 315. 211. 2 + 621. 315. 211. 3 : 621. 315. 212. 1 **Eine neue Art Ölkabel.** — Vergleicht man Hochspannungseinleiterkabel gleichen Leiterdurchmessers und gleicher Isolationsstärke, welche mit Masse bzw. Öl getränkt sind, so zeigen die Zeit-Durchschlagskurven der Ölkabel, daß bei diesem die Asymptote, d. h. die zulässige Dauerspannung nach wesentlich kürzerer Zeit erreicht wird. Trägt man weiter die Spannungsgradienten über der Zeit auf, so zeigt sich der obige Unterschied noch viel auffallender. Für 16 mm (bzw. 8 mm) Leiter- und 14 mm (7 mm) Isolationsstärke wurde für die Massekabel als zulässige Dauerhöchstbeanspruchung etwa 16 kV/mm, für die Ölkabel jedoch etwa 45 kV/mm ermittelt. Dieser Unterschied erklärt sich aus den bekannten Erscheinungen des Abwanderns der Tränkmasse in Richtung zum Bleimantel und die damit verknüpfte Hohlraumbildung. Öl als Tränkungsmittel kann dagegen etwa entstehende Hohlräume wieder ausfüllen, weil in den Ausgleichsbehältern genügend Öl zur Verfügung steht. Hohlräume mit Gasfüllung entstehen wesentlich in den Stoßfugen, von diesen nehmen auch die sich verästelnden Verbrennungsspuren ihren Ausgang, sie zeigen sich jedoch nur auf der Innenseite der Papierbänder von massegetränkten Kabeln. An dieser Seite sammeln sich nämlich unter der Einwirkung des elektrischen Feldes die gasförmigen Zersetzungsprodukte. Untersucht man dagegen ein Ölkabel nach dem Durchschlag, so zeigt sich nicht das verästelte Verbrennungsbild des Massekabels, sondern die Verbrennungen liegen nur in der zweiten Lage vom Leiter aus gerechnet und teilweise auch noch in den darüberliegenden Lagen, stets aber unmittelbar oberhalb der Stoßfuge der innersten Lage. Öl und Papier haben eine dielektrische Festigkeit von etwa 30 bis 60 kV/mm, ferner beträgt die Dielektrizitätskonstante von Öl etwa 2,2, diejenige des getränkten Papiers aber 3,5. Die Beanspruchung im Öl ist also erheblich höher als im Papier. Während schließlich die Verlustwinkelkurve beim Massekabel von der Temperatur stark abhängt (die bekannte V-Kurve), ist diese Abhängigkeit beim Ölkabel verschwindend klein, es hält daher wesentliche Übertemperaturen ohne Schaden aus. Bei Ölkabeln macht bekanntlich der hohe Ausdehnungskoeffizient des Öls Ausdehnungsgefäße erforderlich; ferner darf das Öl keine Luft aufnehmen können, da diese ionisiert würde. Folgender Herstellungsgang soll sich für ein Ölkabel mit Hohlleiter vollauf bewährt haben: Das unverbleite Kabel wird durch Hitze und Vakuum sorgfältigst getrocknet und der Fortschritt dieser Behandlung durch Messungen der Isolation, der Kapazität und des Verlustwinkels bei 800 Hz und niedriger Spannung überwacht. Nach der Verbleiung werden diese Messungen wiederholt, dazu kommt eine Verlustwinkelmessung bei 50 Hz und einer Spannung entsprechend 2 kV/mm Höchstbeanspruchung. Hierauf folgt eine Druckprobe mit trockenem, trägem Gas, z. B. Stickstoff; dabei ist der Druck höher, als er später von dem Öl ausgeübt wird. Während des Einbaus der Muffen und Endverschlüsse wird ein Gasüberdruck aufrechterhalten, damit keine feuchte Luft eindringen kann. Dann folgt eine zweite Druckprüfung mit trockenem Gas; die in der Mitte unterteilten Muffen erlauben eine streckenweise Behandlung des Kabels. Schließlich wird das Gas abgesogen und durch bestens getrocknetes und entgastes Öl ersetzt. Der Fortgang der Tränkung läßt sich durch Messung der aufgenommenen Ölmenge sowie durch Kapazitätsmessungen überwachen. Die Ölausgleichbehälter treten erst nach vollständiger Verlegung des Kabels in Wirksamkeit, bei den Vorarbeiten können sie somit nicht stören. Steht das Öl in diesen Behältern unter dem Druck eines komprimierten Gases, so sinkt erfahrungsgemäß der Gasdruck nicht, das Gas löst sich also nicht im Öl. Solche Kabel kommen für Spannungen zwischen 50 und 150 kV in Betracht. [J. Borel, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935), S. 446.] *Eg.*

Elektromaschinenbau.

621. 313. 333. 2. 042. 1 **Umlaufende magnetische Kräfte in Käfigankermotoren.** — In einer Arbeit im Arch. Elektrotechn. zeigen Heller und Matěna, daß an der Bildung von umlaufenden magnetischen Kräften in Käfigankermotoren außer den bis jetzt behandelten radialen Zügen auch die am Anker angreifenden tangentialen Züge beteiligt sind, wobei sich die einzelnen, von radialen und tangentialen Zügen hervorgerufenen Anteile der umlaufenden Kraft bei bestimmten Zähnezahlen addieren, bzw. subtrahieren. Weiter werden die von umlaufenden Kräften abhängigen Verformungen der Drehmomentlinie von Käfigankern auf die Wirkung elektrischer Größen zurückgeführt, da gezeigt wird, daß bei Annahme eines exzentrisch umlaufenden Läufers als Folge der einseitigen Kraft die Streuung des Motors vergrößert wird und bremsende Oberfelder entstehen. [F. Heller u. S. Matěna, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 9, S. 631.]

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 7 : 621. 314. 63 **Zur Wirkungsweise nichtlinearer Widerstände (Sperrschicht-Gleichrichter) bei Meßgeräten mit mehreren Bereichen und gemeinsamer Skalenteilung.** — Bei Meßgeräten mit Sperrschicht-Gleichrichtern oder ähnlichen belastungsabhängigen Widerständen und mit mehreren Meßbereichen stimmen die Skalenteilungen für diese Meßbereiche nicht ohne weiteres überein. Ihre Übereinstimmung ist aber wichtig, wenn das Gerät viele Bereiche, gegebenenfalls für Strom und Spannung zugleich, bekommen soll. Es wird vorausgesetzt, daß die einzelnen Bereiche durch ohmsche Vor- und Nebenwiderstände gebildet sind; diese Widerstandssätze können als Vierpole betrachtet werden. Zwischen ihren Konstanten ergeben sich für übereinstimmende Skalenteilungen bei Gleichstrom und -spannung einfache Beziehungen. Einige Anwendungsbeispiele werden gebracht, darunter auch der aus anderen Gründen häufig angewendete Nebenwiderstand nach Ayrton. Es läßt sich zeigen, daß die gleichen Beziehungen auch für Wechselstrom und -spannung gleicher Wellenform gelten, also unter Voraussetzungen, die für Gleichrichtergeräte die Regel sind. [H. Pfannenmüller, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 7, S. 490.]

621. 317. 32. 027. 3 : 621. 316. 842. 08 **Ein Vorschaltwiderstand für Hochspannungsmessungen.** — Seitdem es gut konstante Hochohmwiderstände im Handel gibt, ist man vielfach dazu übergegangen, den Meßbereich eines üblichen Spannungsmessers durch Vorschalten eines entsprechend hohen Widerstandes für Hochspannungsmessungen zu erweitern. Die von einigen deutschen Firmen hergestellten Hochohmkordeln (Baumwoll- oder Seidenschnüre mit feinstem Widerstandsdraht umsponnen) haben sich schon seit Jahren auch als Widerstände für viele andere Hochspannungszwecke in den Versuchsfeldern gut bewährt. Die Kordeln werden jetzt mit allen Widerstandswerten bis zu 2 MΩ/m hergestellt. M. Renninger



stellte aus einer 50 m langen Kordel von 500 000 Ω/m einen Meßwiderstand her, der auf 25 MΩ abgeglichen wurde. Die mit einem zelluloidartigen geschmeidigen Lack überzogene Kordel wurde auf ein 1 m langes Hartpapierrohr von 40 mm Dmr. in einer Lage dicht aufgewickelt. Zur Messung einer Gleichspannung bis 50 kV gegen Erde wurde das eine Ende des Meßwiderstandes an die Hochspannungsleitung angeschlossen, das andere Ende über ein Drehspulinstrument mit 2 mA Vollausschlag an Erde gelegt. Der Meßwiderstand wurde bei einer Belastung mit 2 mA im Endzustand handwarm. Er erwies sich also als durchaus für Dauerbetrieb geeignet. Die Kordel kann auch für Wechselspannungsmessungen benutzt werden, da ihr Wirkwiderstand bei 50 Hz nicht merklich vom Gleichstromwiderstand abweichen soll. Über die Größe des Fehlwinkels solcher Hochohmkordeln liegen bisher noch keine Messungen vor. Die Kordel wird vielfach auch mit Vorteil zum Oszillographieren von Hochspannungskurven benutzt werden können. Bei Röntgen-Halbwellenbetrieb kann der Spannungsunterschied zwischen Wirk- und Fehlphase dadurch ermittelt werden, daß unmittelbar nacheinander Wechselspannungs- und Gleichspannungsanteil über eine Hochohmkordel gemessen werden. [M. Renninger, Z. Instrumentenkde. 55 (1935) S. 377.] *Rsk.*

Verkehrstechnik.

621. 335. 4. 033. 13 **Neue Triebwagen für die Berliner S-Bahn.** — Kürzlich wurde auf der Berliner S-Bahn ein neuer Probezug mit einer betriebsmäßigen Höchstgeschwindigkeit von 110 km/h in Betrieb genommen. Während die alten Wagen[1]) nur 80 km/h erreichten, sollte bei dem gleichen Fassungsvermögen keine Gewichtserhöhung durch die Geschwindigkeitserhöhung eintreten. Erreicht wurde dies durch Leistungserhöhung der Motoren, und zwar um 55 %. Während die älteren Stadtbahnmotoren 90 kW bei 800 U/min haben, sind die neuen Motoren durch Erhöhung der Umdrehungszahl auf 1300 bei den gleichen äußeren Abmessungen auf eine Stundenleistung von 140 kW und 375 V gebracht worden. Die Dauerleistung beträgt bei 1430 U/min 100 kW. Beibehalten wurde die bewährte selbsttätige Schaltwalzensteuerung, die die Geschicklichkeit des Fahrers ausschaltet und selbsttätig in Verbindung mit einem Fortschaltrelais (Stromwächter) und einem Nockenschaltwerk die Einschaltung der Motoren vornimmt. Neu ist das erwähnte Fortschaltrelais, das an Stelle eines Eisenkerns eine eisenlose Drahtspule enthält, die in einem ringförmigen Magnetfelde schwingt. Das Magnetfeld wird durch eine feste, vom Motorstrom durchschlossene Spule erzeugt, während die Schwingspule nur von einem Zweig des Motorstromkreises gespeist wird. Durch Änderung des Magnetfeldes ändert sich auch die Lage der Schwingspule, die Kontakte öffnet bzw. schließt. Remanenz und Hysteresis haben also durch Vermeidung von Eisen keinen Einfluß, und das Relais spricht bei fallendem und steigendem Strom stets bei dem gleichen Stromwert an. Für die Einschaltung des Motorstromkreises dienen zwei doppelpolige Hauptschütze. Die Spulen dieser Schütze wurden in Quarzpulver als Isolierung eingebettet[2]), wodurch eine erheblich bessere Wärmeableitung und daher eine kleinere Bauart dieser Geräte erreicht wurde. Die Anfahrwiderstände sind entgegen den früheren Ausführungen nunmehr aus Gründen der Gewichts- und Raumersparnis als Drahtspiralen aus Chromnickeldraht ausgeführt worden. Ferner ist die Lüftung verbessert worden. An der höchsten Stelle des Wagens wird durch zwei Schlitzreihen die schlechte Luft mit elektrisch angetriebenen, unter dem Wagen angebrachten Lüftern abgesaugt. Für die Beleuchtung werden bei dem Probezug besondere Umformer (Motorgenerator) verwendet, während früher die Speisung der Lampen aus dem in der Spannung sehr schwankenden Bahnnetz erfolgte. Bei der Heizung des neuen Zuges werden verschiedene Systeme erprobt, da die Heizung in den alten Zügen bei sehr niedriger Außentemperatur (— 15 bis 20 °) nicht befriedigte. Durchweg hat man deswegen die Heizleistung erhöht, wobei besondere Wärmeregler die Zu- und Abschaltung von Heizkörpern je nach der Temperatur im Wageninnern vornehmen. — Der neue Wagen erreicht eine Geschwindigkeit von 100 km/h in 118 s und 110 km/h nach 165 s. [M. Breuer und Lichtenfeld, Elektr. Bahnen 11 (1935) S. 172.] *Hs.*

[1]) ETZ 49 (1928) S. 898.
[2]) ETZ 56 (1935) H. 38, S. 1053.

621. 335. 5 : 656. 21 + 656. 81 **Elektrokarren bei der Reichspost und der Reichsbahn.** — Reichspost und Reichsbahn haben in ausgedehntem Maße die Vorteile des Elektrokarrens für ihre Betriebe ausgenutzt. Neben den Aufgaben der Lastenbeförderung in Bahnpostämtern und größeren Hallen hat die Post das Elektrofahrzeug besonders im Postzustellungsverkehr eingesetzt und dabei Ersparnisse von etwa 40 % gegenüber dem Betriebe

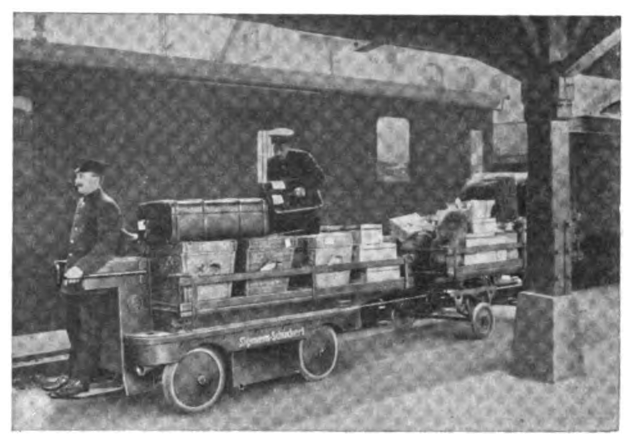


Abb. 3. Elektrokarren für Gepäckbeförderung.

mit Verbrennungskraftmaschinen erzielt[1]). Die Reichsbahn hat noch vielseitigere Anwendungsgebiete für Elektrokarren erschlossen, nachdem die Versuche mit Benzinkarren negativ ausgelaufen waren. Im rauhen Betrieb der Ausbesserungswerke, auf Bahnhöfen, in der Gepäckabfertigung (Abb. 3), der Güterabfertigung und in Güterumladestellen ist der Elektrokarren unentbehrlich geworden. In den letzten Jahren ist die Reichsbahn dazu übergegangen, Sonderausführungen von Güterlade-Elektrokarren auf großen Umladestellen einzusetzen, mit denen es möglich ist, in die geschlossenen Güterwagen einzufahren und dort genormte Behälter oder Ladetische mit dem Ladegut abzusetzen. Abb. 4 zeigt einen solchen Sonderkarren in seiner neuesten Ausführung für die Reichsbahndirektion Köln, von der die Entwicklung dieser Fahrzeugtype ausgegangen ist. Der Karren ist als Dreiradkarren ausgebildet, um so die größte erzielbare Wendigkeit zu erreichen; er wendet fast auf der Stelle. Das Treibrad mit dem senkrecht stehenden Motor ist luftbereift, eine elektrohydraulische Hubvorrichtung hebt die Plattform mit 2000 kg Nutzlast in etwa 8 s 200 mm hoch. *f*



Abb. 4. Sonderkarren für Güterbeförderung.

Elektrische Antriebe.

621. 34 : 629. 123 **Der turboelektrische Antrieb des Schnelldampfers „Normandie“.** — Der Vierschrauben-Fahrgastschnelldampfer „Normandie“ der Compagnie Générale Transatlantique, der Ende November 1931 vom Stapel lief[2]) und Ende Mai d. J. seine erste Reise nach New York unternommen hatte, ist gegenwärtig, als das größte Schiff der Welt, auch das größte mit dem turboelektrischen Antrieb versehene Schiff, welches seine Vorgänger in dieser Antriebsart[3]) bedeutend an Größe und

[1]) Hubrich, ETZ 56 (1935) H. 22, S. 612.
[2]) ETZ 55 (1934) S. 429, 755.
[3]) Insbesondere die englischen Dampfer „Viceroy-of-India“ (17 000 PS) und „Strathnaver“ und „Strathair“ (je 28 000 PS); s. ETZ 52 (1931) S. 1213, 1250. Über die gleichzeitig mit „Normandie“ beendeten deutschen Dampfer „Potsdam“ (26 000 PS) und „Scharnhorst“ (34 000 PS) s. ETZ 56 (1935) H. 29, S. 809, 815.



Leistung übertrifft. Seine Gesamtlänge beträgt 313,75 m, die Verdrängung 79 280 t, seine vier Schraubenmotoren entwickeln zusammen 160 000 Wirk-PS. Die Vorzüge des turboelektrischen Antriebs, wirbelfreier Lauf, gute Regelbarkeit und Manövrierfähigkeit, volle Rückwärtsleistung, verkürzter Wellentunnel usw., kommen in ihm zur vollen Geltung[1]).

Der Dampf wird in 29 ölgefeuerten Wasserrohrkesseln von 29 atü und 1000 m² Heizfläche bei einer Überhitzung von 360 ° C erzeugt und gelangt zu den 4 Aktionsturbinen mit 23,5 atü und 325 ° C. Die wirtschaftlichste Normalleistung ist 25 100 kW bei 2290 U/min, die Dauerhöchstleistung 33 400 kW bei 2430 U/min. Ein Zentrifugalregler gestattet die Geschwindigkeit zwischen 175 bis 2490 U/min genau einzustellen. Die direkt gekuppelten Drehstromgeneratoren können bis 33 400 kW bei 2430 U/min hergeben, was einer Fahrt mit 2 Schraubenmotoren je Generator und mit besonderen Schrauben (sogenannten Winterschrauben) entspricht. Die gewöhnliche Fahrt erfolgt jedoch mit 30 100 kW mit einem Schraubenmotor je Generator. Die Spannung beträgt 5500 V, die Frequenz 81 Hz. Der einteilige, geschweißte Stator wiegt 32 t, der vierpolige Rotor 22 t. Gegenüber der für das feste Land üblichen Konstruktion sind keine Besonderheiten zu verzeichnen. Nur ist die Wicklung sehr reichlich bemessen; es muß nämlich möglich sein, die Erregung bei der Gefahr eines Leerlaufs (Austauchens) der Schrauben dauernd zu verstärken, um das Austrittfallen der direkt betriebenen Synchronmotoren zu vermeiden.

Die 4 Schraubenmotoren mit ausgeprägten Polen, welche eine Wellenleistung von 40 000 PS bei 243 U/min haben, gehören zu den größten bis jetzt gebauten Synchronmotoren niedriger Umdrehungszahl. Der zweiteilige geschweißte Stator hat einen Außendurchmesser von 5200 mm und wiegt 70 t, der Rotor 99 t; das Gesamtgewicht mit allem Zubehör beträgt 212 t, also nur 5,03 kg/PS. Die Wicklung besteht für jede Phase aus 4 unabhängigen Teilen, die den 4 Verbindungskabeln je Phase entsprechen. Die Pole des Rotors tragen eine Asynchron-Kurzschlußwicklung von 250 mm² Querschnitt aus Aluminiumbronze von hohem spez. Widerstand. Zur Vorerwärmung des Motors sind Widerstände von 11 kW Leistung und ein kleiner Lüfter vorhanden. Die Motoren wie auch die Generatoren haben Kreislaufkühlung. Zur Erregung sind 5 Motorgeneratoren (wovon 1 in Reserve) vorhanden. Jeder von ihnen besteht aus einem vom Gleichstromnetz der Hilfsanlage gespeisten Gleichstrommotor und aus 2 Generatoren von 120 bzw. 150 kW. Die Verluste, einschließlich Erregung, belaufen sich bei 40 000 PS und 243 U/min auf 680 kW für den Motor und auf 795 kW für den Generator. Der Wirkungsgrad der Übertragung zwischen Turbine und Schraubenwelle beträgt 95,8 %.

Der ganze Antrieb, dessen schematische Anordnung in der Abb. 5 angedeutet ist[2]) ist für j e d e S c h i f f s s e i t e ganz u n a b h ä n g i g und identisch. Eine Kupplung zwischen den Schiffsseiten ist nicht vorgesehen. Im Prinzip arbeitet jeder Turbogenerator auf die zugehörige Schraubenwelle. Die wirtschaftliche Normalleistung ist dabei 130 000 PS bei 225 U/min, die höchste Dauerleistung 160 000 PS bei 243 U/min, die Schiffsgeschwindigkeit 30 bis 31 Kn/h. Erscheint eine kleinere Geschwindigkeit (bis 26 Kn/h) als zweckmäßig, so kann jeder beliebige der beiden Turbogeneratoren einer Schiffsseite die beiden Schraubenmotoren dieser Schiffsseite betreiben. Die Normalleistung beträgt dann 60 000 PS bei 176 U/min, die höchste Dauerleistung 70 000 PS bei 184 U/min. Erscheint diese verminderte Geschwindigkeit in einer Jahreszeit für eine Reihe von Reisen zweckmäßig, so kann die Wirtschaftlichkeit des Betriebs durch Anwendung von besonderen Schrauben (Winterschrauben für langsamere Fahrt) noch erhöht werden. Auch dann arbeitet eine Turbine auf zwei Schraubenmotoren, die Normalleistung beträgt dann 80 000 PS bei 236 U/min und die höchste Dauerleistung 88 000 PS bei 240 U/min. Die Schaltanlage besteht hauptsächlich aus je einem Fahrtrichtungsschalter (*a*) für Generator, der 5 Hochspannungsluftschalter mit Silberkontakten mit Motor- und Handantrieb besitzt, und aus je einem Kuppelschalter (*b*) für jede Schiffsseite. Die Schaltung und Regelung der Erregerkreise erfolgt in einem Erregerschaltwerk (*c*). Die Fernbetätigung aller Schalt- und Steuerorgane geschieht auf einem zweiteiligen Schaltpult (*d*) für jede Schiffsseite, welches neben Meß- und Überwachungsgeräten insbesondere den Fahrtrichtungshebel und den Geschwindigkeitshebel für jeden Schraubenmotor trägt. Der Fahrtrichtungshebel hat 7 Stellungen: Halt, Anlauf, Synchronisierung, Lauf; die drei letztgenannten für die Vorwärts- und Rückwärtsfahrt. Der Anlauf erfolgt dadurch, daß man zuerst die Turbine auf ¼ der Normalgeschwindigkeit bringt, dann die Erregung des Generators einschaltet, wodurch der Motor als Asynchronmotor anläuft. Wird die synchrone Drehzahl angenähert erreicht, so wird der Motor erregt, und nach dem Intrittfallen wird die Geschwindigkeit der Turbine bis zum Normalwert erhöht. Der Geschwindigkeitshebel hat drei Hauptstellungen: Unverändert, Beschleunigung, Verzögerung. Wie ersichtlich, ist das Geschwindigkeitsverhältnis zwischen Turbine und Schraubenwelle unveränderlich (1 : 10). Die Geschwindigkeitsregelung erfolgt also durch die Regelung der Turbine. Das 110 V-Gleichstromnetz der Hilfsanlage des Schiffes wird von 6 Turbogeneratoren von je 2200 kW gespeist. Zwei von ihnen sind für den Betrieb der Motorgeneratoren der Erregerkreise und für die Kessellüfter bestimmt. *-ak.*

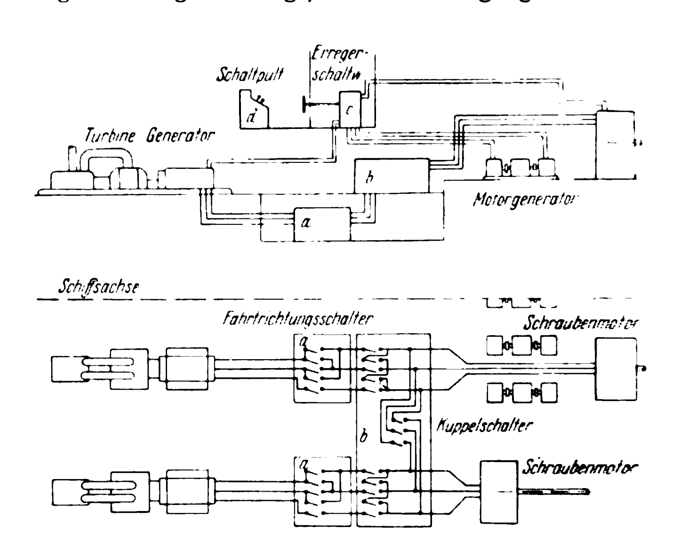


Abb. 5. Turboelektrischer Antrieb des Vierschrauben-Schnelldampfers „Normandie".

[1]) Vgl. auch ETZ 54 (1933), S. 1010; 55 (1934), S. 99, 913.

[2]) Die Anordnung der Maschinen und Geräte in der Skizze entspricht angenähert ihrer tatsächlichen Lage im Schiff.

Fernmeldetechnik.

621. 396. 11. 029. 6 **Weitere Ergebnisse über die Ultrakurzwellen-Ausbreitung.** — Aus früheren Arbeiten ist bereits bekannt, daß sich die Ultrakurzwellen bezüglich ihrer Ausbreitung wie das Licht verhalten. Unter Berücksichtigung der Krümmung der Erde läßt sich für gegebene Sender- und Empfängerhöhe die Reichweite der Strahlung berechnen. Für die beiden Wellenlängen 4,6 und 1,58 m haben die Amerikaner neuerdings Versuche für die Bestätigung dieser Theorie ausgeführt. Während der Sender an Land stand, wurde mit Hilfe eines Flugzeuges der Feldstärkeverlauf in Abhängigkeit vom Abstand und von der Höhe des Empfängers (Flugzeughöhe) längs der Küste des Meeres festgestellt. Die Versuchsflüge wurden in 2400, 750 und 300 m Höhe ausgeführt. Für diese Flughöhen wird der theoretische Verlauf der Lautstärke- bzw. Feldstärkekurven mit den Meßwerten verglichen. Es zeigt sich, daß die Reichweite der Ultrakurzwellen teilweise größer ist als die optische Sicht. Diese Erscheinung ist abhängig von der Meßzeit und wird als Änderung der Brechungserscheinungen abhängig von der Luftfeuchtigkeit gedeutet. Die erhöhte Reichweite scheint sich, sofern sie überhaupt vorhanden ist, der bei unendlich groß angenommenem Erdradius errechneten zu nähern. Es werden eine Anzahl von Kurvenbildern in dieser Arbeit gezeigt, die diese Vermutungen bestätigen. [C. R. E n g l u n d , A. B. C r a w f o r d , W. W. M u m f o r d , Bell. Syst. techn. J. 14 (1935) S. 369.] *Hze.*

621. 396. 645 : 621. 396. 82 **Grenzen der Verstärkung.** — Die in einem Verstärker auftretenden Störgeräusche, soweit sie natürlichen Ursprungs sind und nicht durch schlechten Aufbau oder die Verwendung elektrisch unbrauchbarer Bauteile entstehen, werden von Johnson u. Llewellyn beschrieben. Als die hauptsächlichsten Quellen dieser Geräusche werden die Wärmebewegung der Elektronen, der Schroteffekt und der Flackereffekt besprochen. Ferner wird der Einfluß von Ionen auf den Röhrenstrom behandelt. Es wird betont, daß der somit natürlich gegebene Störpegel eines Verstärkers sehr niedrig liegt und alle derzeit verwendeten Geräte so gebaut sind, daß sie diesen Stand erreichen. Die Grenzen der Verstärkung sind damit in der Breite der Störgeräuschzone gegeben.

Einfluß der Wärmebewegung: Der Verstärker wird als Vierpolsystem metallischer Leiter betrachtet. Die unter thermischen Einflüssen in zufälligen Bewegungszuständen befindlichen Leitungselektronen verursachen rein zufällige Spannungsschwankungen an den beiden dem Verstärkerausgang entsprechenden Polen. Ihr mittleres Quadrat genügt der Formel

$$V_{et}^2 = 4\,K\,T \int_0^\infty R\, g^2\, d\nu, \tag{1}$$

wo K die Boltzmannsche Konstante und T die absolute Temperatur, R den reellen Anteil am Scheinwiderstand des Eingangskreises, $g\ [= f(\nu)]$ den Verstärkungsfaktor und ν die Frequenz bedeuten. Betrachtet man den praktisch meist gegebenen Fall, daß der Verstärkungsfaktor und die Größe R über einen Frequenzbereich N konstant sind, während die Temperatur $300\,°K$ beträgt, so ergibt sich für das mittlere Quadrat der Störspannung am Verstärkereingang

$$V_{et}^2 = 1{,}644 \cdot 10^{-20}\, N\, R = W R. \tag{2}$$

Die somit festgelegte Größe V_{et} bestimmt die untere Grenze der wirksamen Verstärkung. Jeder Signalstromstoß, der am Eingangskreis nur eine nicht über V_{et} liegende Spannung hervorruft, wird von dem auf die Wärmebewegung zurückzuführenden Störgeräusch überdeckt. Im Bereiche der Sprachfrequenzen z. B., die das Frequenzband von 0 bis 6000 Hz umfassen, hat der quadratische Mittelwert der Störspannung bei $R = 1\,M\Omega$ die Größe $9{,}92\,\mu V$. Liefert ein Signalgeber vom inneren Widerstand R_1, der galvanisch mit dem Verstärker gekoppelt ist, eine Spannung E, so hat das mittlere Quadrat der Signalspannung am Gitter der ersten Verstärkerröhre den Wert

$$V_s^2 = \frac{E^2}{R_1^2} \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}\right)^2, \tag{3}$$

wo R_2 wiederum der reelle Anteil am Scheinwiderstand des Eingangskreises ist. Die Größe R in Gl. (2) setzt sich nun aus R_1 und R_2 zusammen, so daß das mittlere Quadrat der Störspannung am Gitter den Wert

$$V_e^2 = W \left\{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}\right\} \tag{4}$$

hat. Das Verhältnis der Empfangslautstärke zur Störungslautstärke beträgt somit

$$\frac{V_s^2}{V_e^2} = \frac{E^2}{W R_1} \left\{\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right\}. \tag{5}$$

Daraus folgt, daß in diesem Falle die Anpassung $R_1 = R_2$ ungünstig sich auswirkt; günstiger wäre eine Vergrößerung von R_2 im Sinne $R_2 \gg R_1$. Daran ändert auch die Verwendung eines Aufwärtstrafo zwischen R_1 und R_2 nichts. Dies hätte nur zur Folge, daß statt R_2 bei einem Übersetzungsverhältnis r des Trafo $\frac{R_2}{r^2}$ zu setzen wäre; davon aber bleiben die Schlüsse aus Gl. (5) unberührt.

Einfluß des Schroteffekts; der Flackereffekt. Der Schroteffekt, der in den Schwankungen des durch die Röhre und den Ankopplungskreis fließenden Elektronenstroms seine Ursache hat, ruft in dem Falle, wo der Röhrenstrom nur von der Temperatur der Kathode abhängig ist, an den Ausgangsklemmen eine Störspannung hervor, deren mittleres Quadrat die Größe

$$V_{as}^2 = 2\,e\,i \int_0^\infty Z^2 g^2\, d\nu \tag{6}$$

hat. Dabei sind e, i, Z, g, ν das Elementarquantum, der Anodenstrom, der Scheinwiderstand des Zwischenkreises, der Verstärkungsfaktor und die Frequenz. Ist g innerhalb eines Frequenzbereiches N konstant, so hat die durch den Schroteffekt bedingte Störspannung an den Polen des Zwischenkreises den Wert

$$V_{zs}^2 = 31{,}8 \cdot 10^{-20}\, i\, Z^2 N. \tag{7}$$

Dieser Wert gilt sehr genau für reine und thorierte Wolframkathoden und auch für Vakuumphotozellen. Bei Verwendung von Oxydkathoden treten zusätzliche starke Schwankungen auf, die dem eigentlichen Schroteffekt überlagert sind: Sie nehmen mit dem Anodenstrom an Stärke weit mehr zu als der Schroteffekt und haben ihre Ursache in Änderungen der Oxydschicht des Heizfadens. Diese Erscheinung wird Flackereffekt genannt.

Treten Raumladungen auf, so verlieren die statistischen Gesetzmäßigkeiten, die zu Gl. (6) und (7) führten, ihre Gültigkeit. Außerdem kann der Widerstand r_i der Röhre nicht mehr unendlich groß angenommen werden. Statt i muß nun $j\,(di/dj)^2$ gesetzt werden, wo j der Gesamtemissionsstrom und di/dj das Verhältnis der Änderung des Anodenstromes zur Änderung des Emissionsstromes bedeuten. Der Widerstand des Zwischenkreises muß Z_e, beeinflußt von r_i, gesetzt werden. Dann wird aus (6)

$$V^2 = 2\,e\,j \left(\frac{di}{dj}\right)^2 \int_0^\infty Z_e^2\, g^2\, d\nu. \tag{8}$$

Eine Zunahme der Raumladungen bedingt eine Abnahme des Verhältnisses di/dj, d. h. der Schroteffekt verliert bei starken Raumladungen an Bedeutung. Dasselbe gilt auch für den Flackereffekt.

Einfluß von Ionen: Ionen, die aus restlichen Gasmolekülen durch Stoßionisation entstanden sind oder von der Kathode ausgeschleudert wurden, rufen ebenfalls Schwankungen im Anodenstrom hervor. Während die aus Elektronen bestehenden Raumladungen sich sehr schnell von der Kathode zur Anode fortbewegen, jedes darin enthaltene Elektron also nur kurze Zeit die Emission beeinflussen kann, haben die Ionen ihrer größeren Masse wegen sehr viel kleinere Geschwindigkeiten und können deshalb schon für sich beachtliche Stromschwankungen hervorrufen. Jedoch ist dieser Beitrag zum Störpegel unbedeutend bei neuzeitlichen Röhren, die ein ausgezeichnetes Vakuum besitzen und mit Heizfäden niedriger Emissionstemperatur ausgestattet sind.

Als weitere Ursache von Störgeräuschen werden noch die Wechselstromheizung und mechanische Erschütterungen kurz erwähnt. Dabei wird angegeben, daß noch im günstigsten Fall der durch Netzbrummen gegebene Störpegel um 2,3 Neper höher liegt, als der durch das bei Gleichstromheizung gemessene Röhrenrauschen bestimmte Störpegel. Mechanische Erschütterungen verursachen Verlagerung im Elektrodensystem im Rhythmus der Erschütterungen und damit Störgeräusche, wie etwa den Mikrophoneffekt.

Zum Schluß wird in großen Zügen noch der Einfluß von Detektoren sowie des Modulationsgrades erklärt. Das Zustandekommen des bei jedem Hochfrequenzverstärker mit Detektorendstufe im Hörer wahrnehmbaren Geräusches wird auf Überlagerung der verschieden hochfrequenten Störkomponenten im Detektor zu Hörfrequenzkomponenten zurückgeführt. Ebenso kommt das Rauschen beim Empfang einer unmodulierten Trägerwelle durch Überlagerung mit den hochfrequenten Störkomponenten zustande. Ferner werden die Störgeräusche um so stärker, je weiter eine Trägerwelle durchmoduliert ist: um so breiter werden die Seitenbänder und um so häufiger die Überlagerungen mit Störfrequenzkomponenten.

Ein Verstärker kann als gut bezeichnet werden, wenn das gesamte am Ausgang gemessene Geräusch nicht viel höher liegt als das durch die Wärmebewegung im Eingangskreis verursachte Geräusch. Dabei wird die Wirkung des letzteren durch Kurzschluß des Eingangskreises eliminiert. [J. B. Johnson u. F. B. Llewellyn, Bell Syst. techn. J. 14 (1935) S. 85.] *E. C. M.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

537.533 **Negative Ionenstrahlen bei der Formierung von Hochvakuum-Elektronenstrahlröhren.** — M. von Ardenne teilt Beobachtungen mit über das Vorhandensein negativer Ionenstrahlen, die vorwiegend während der Formierung von Hochvakuum-Elektronenstrahlröhren auftreten. Die Ionenstrahlen rufen an der Auftreffstelle eine geringere Empfindlichkeit des Fluoreszenzschirmes, insbesondere gegenüber langsamen Elektronenstrahlen hervor. Wurde während der Formierung auf dem Fluoreszenzschirm ein Fernsehraster erzeugt unter Anwendung magnetischer Ablenkung für die senkrechte und elektrostatischer Ablenkung für die waagerechte Richtung, so entstand in der Mitte des Rasters allmählich ein Strich geringerer Leuchtstärke. Auf einer wiedergegebenen Photographie ist der dunkle Strich in Richtung der elektrostatischen Ablenkung deutlich erkennbar. Aus den Beobachtungen geht hervor, daß es sich hier um elektrisch negative Teilchen großer Masse handeln muß, die magnetisch sehr schwer ablenkbar sind. Wahrscheinlich handelt es sich hier um negativ geladene Sauerstoff-Ionen, die bei der Elektrolyse des Kathodenoxydes frei werden. [M. von Ardenne, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 10, S. 731.]

Verschiedenes.

621.318.38 : 681.84 **Das Magnetophon.** — Beim magnetischen Verfahren der Tonaufzeichnung wird ein magnetisierbarer band- oder drahtförmiger Körper dem Einfluß eines Elektromagneten unterworfen, der vom verstärkten Mikrophonstrom gespeist wird. Zur Wiedergabe läßt man den Tonträger an einem „Hörkopf" vorbeilaufen, in dessen Spule ein Strom im Rhythmus der wechselnden Feldstärken, also auch des Mikrophonstromes induziert wird. Die theoretische Grundlage der magnetischen Tonaufzeichnung ist schon behandelt worden, weshalb an dieser Stelle darauf verzichtet werden kann, näher darauf einzugehen[1]). Daß sich die magnetische Tonaufzeichnung noch

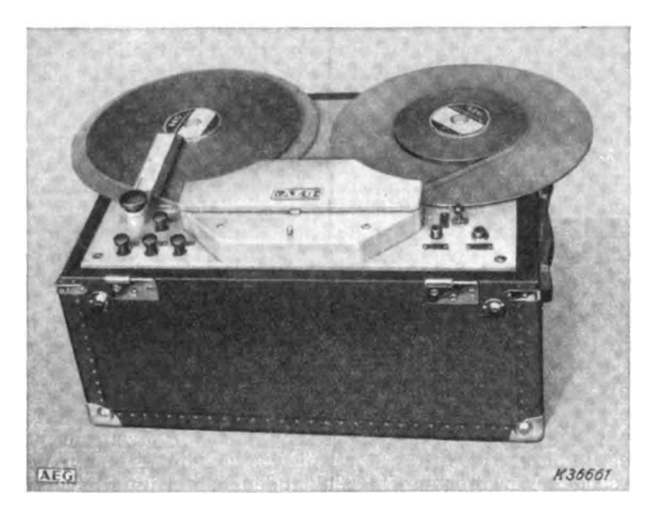


Abb. 6. Laufwerkkoffer des tragbaren Magnetophons.

nicht in größerem Umfange einführen konnte, lag zum großen Teil an dem erheblichen Gewicht des Tonträgers, für den man bisher Stahldraht oder -band verwandte, sowie daran, daß die Klanggüte der Wiedergabe noch zu wünschen übrig ließ. Beide Mängel konnten durch einen neuartigen Tonträger, den Magnetophonfilm, beseitigt werden, der auf der diesjährigen Funkausstellung zum ersten Male der Öffentlichkeit vorgeführt wurde. Das wesentlich Neue daran ist, daß nicht ein homogener Metallstreifen verwendet wird, sondern Stahlpulver, das in feinverteilter Form auf einem nur 0,05 mm dicken und 6,5 mm breiten Film aufgetragen ist (Abb. 6). Für 1 s Gesprächsdauer benötigt man 1 m Film. Eine Spule für 25 min Aufnahme enthält demnach 1500 m Film. Ihr Durchmesser beträgt etwa 30 cm und ihr Gewicht 1 kg. Nur in Ausnahmefällen wird man eine

[1]) Siehe S. 1219 d. Heftes.

Spule auf einmal besprechen. Um trotzdem aus mehreren hintereinander gemachten Aufnahmen die gewünschte leicht herausfinden zu können, ist jeder Spule ein Pappmaßstab von Halbmesserlänge beigegeben, auf dem die einzelnen Aufnahmen gekennzeichnet werden. Der Maßstab wird beim Auflegen der Rolle zum Abhören derart auf einem Halter befestigt, daß er radial über die Spule geschwenkt werden kann.

Die Vorteile des magnetischen Filmbandes gegenüber den bisherigen Tonaufzeichnungsverfahren sind verschiedener Art. Gegenüber der selbstaufgenommenen Schallplatte ergibt sich vor allen Dingen der Vorteil der wesentlich naturgetreueren Wiedergabe. Das Magnetophongerät gibt selbst die kleinsten Feinheiten der Sprache wieder, so daß man verschiedene Sprecher ohne Schwierigkeiten voneinander unterscheiden und wiedererkennen kann. Ein zweiter Vorteil ist die wesentlich längere Aufnahme- und Wiedergabedauer. Von besonderer Wichtigkeit ist ferner, daß man das Band nach Belieben zerschneiden und wieder zusammenkleben kann. Damit ist man in der Lage, aus Aufnahmen von Verhandlungen, Vereinssitzungen, Generalversammlungen usw. die Stellen herauszunehmen und zusammenzusetzen, die von Wichtigkeit sind, so daß man die Wiedergabe auf ein kurzes Protokoll beschränken kann. Während man beim Nadeltonverfahren den Tonträger überhaupt nicht (Schallplatte) oder nur in beschränktem Umfange (Wachswalzen von Diktiermaschinen) wiederverwenden kann, läßt sich ein Magnetophonfilm beliebig oft benutzen. Man braucht das Band nur wieder einzulegen und neu zu besprechen. Bevor nämlich der Film an dem „Sprechkopf" vorbeigeführt wird, wird die frühere Tonaufzeichnung durch einen Löschmagneten beseitigt. Auf diese Weise ist es auch möglich, eine Aufnahme nachträglich zu verbessern, indem man ein Stück neu bespricht. Auch dem Lichtton[1]) gegenüber hat die magnetische Schallaufzeichnung Vorzüge. Wenn man auch bei der optischen Aufnahme den Film ebenfalls nachträglich bearbeiten und willkürlich kürzen und zusammensetzen kann, so begegnen wir hier der Unmöglichkeit, die Aufnahme sofort wiederzugeben. Vielmehr muß der Film erst entwickelt und kopiert werden. Auch kann die Lichttonanlage nicht ohne weiteres von jedermann bedient werden wie das Magnetophongerät. Sie setzt vielmehr geschulte Kräfte voraus. Da der Tonträger ferner nur einmal verwendet werden kann, scheidet das optische Verfahren von selbst für eine Verwendung als Diktiermaschine aus.

Neben den Vorteilen des Magnetophonverfahrens, die sich aus dem Wesen des Tonträgers ergeben, muß noch die leichte Bedienbarkeit des Gerätes selbst erwähnt werden. Es werden zwei Bauarten hergestellt: ein tragbares und ein Schrankgerät. Die tragbare Einrichtung besteht aus drei Koffern, von denen der eine die Aufnahme- und Wiedergabeeinrichtung mit dem Laufwerk enthält, während der zweite Koffer den Verstärker und das Mikrophon birgt. In dem dritten Koffer ist der dynamische Lautsprecher untergebracht. Die Bedienung erfolgt durch Druckknöpfe, die gegenseitig verriegelt sind, so daß eine falsche Handhabung unmöglich ist. Es ist je ein Knopf für Aufnahme, Wiedergabe, Rücklauf (Zurückspulen), Vorlauf (zum beschleunigten Aufsuchen einer bestimmten Stelle) und für Halt vorgesehen. Das Gerät kann auch mit einer getrennt aufgestellten Druckknopftafel ferngesteuert werden, was von Vorteil bei Verhandlungen und vor allen Dingen bei polizeilichen Vernehmungen sein kann, wenn die Teilnehmer nichts von der Aufnahme wahrnehmen sollen. Als Mikrophon ist ein Kammermikrophon vorgesehen, in dessen Sockel ein Meßgerät und zwei Schalter eingebaut sind. Das Meßgerät zeigt an, wieviel Band noch zur Verfügung steht. Durch einen Druckknopf kann das Gerät auch umgeschaltet werden, so daß man die Aussteuerung des Mikrophons feststellen kann. Der eine Schalter in dem Sockel dient dazu, das Gerät auszuschalten, so daß man bei Gesprächspausen das Band außer Betrieb setzen kann. Mit dem anderen kann die Empfindlichkeit des Mikrophons erhöht bzw. verkleinert werden. Durch besondere Bremsen wird das Gerät sofort beim Ausschalten stillgesetzt. Das gleiche tritt ein, wenn das Band zu Ende ist. Gleichzeitig ertönt ein Klingelzeichen, das darauf aufmerksam macht, daß ein neuer Film aufgelegt werden muß.

W. H. Hansen VDE.

[1]) Vgl. z. B. ETZ 56 (1935) H. 36, S. 996.



WIRTSCHAFTSTEIL.

Erfahrungen mit hochelektrifizierten Dörfern.

621. 3 : 631

Vor einem Jahr wurden auf Anregung des Reichskuratoriums für Technik in der Landwirtschaft (RKTL) in verschiedenen Dörfern Versuche begonnen, welche über die zweckmäßige und möglichst weitgehende Anwendung von Elektrowärme im landwirtschaftlichen Haushalt umfassend Aufschluß geben sollten. Da gerade in bäuerlichen Betrieben die Bereitung warmen Wassers und das Kochen für die Bauersfrau eine erhebliche Arbeitslast bedeutet, war anzunehmen, daß gerade diese Arbeiten durch die Anwendung von Elektrowärme der Bauersfrau erleichtert werden könnten.

Es wurde im Versorgungsgebiet je eines der Gesfürel-Loewe nahestehenden Elektrizitätswerke in Schlesien, Bayern und Württemberg ein Dorf für die vorgenannten Versuche eingerichtet. Die Elektrizitätswerke[1]) haben den Versuchsteilnehmern die Apparate und die dazugehörigen Installationen zunächst auf eigene Kosten zur Verfügung gestellt, die Abnehmer mußten sich bereit erklären, die Apparate in Betrieb zu nehmen und den Stromverbrauch nach den heute in den betreffenden Gebieten geltenden Tarifen zu bezahlen. Nach Ablauf des Versuchsjahres sollten die Abnehmer sich entscheiden, ob sie die Apparate und Installationen käuflich übernehmen wollten, um also auch weiterhin Elektrizität im Haushalt in hohem Maße zu verwenden. Die Versuche sind nunmehr abgeschlossen und brachten das erfreuliche Ergebnis, daß bis auf wenige Ausnahmen die Beteiligten die Einrichtungen übernehmen werden. Da die Kosten für die Installationen wegen der getrennten Strommessung für jedes einzelne Gerät sehr teuer wurden, hat man den Abnehmern der Versuchsdörfer bei der Bezahlung gewisse Erleichterungen zugestanden; ebenso auch bei der Bezahlung der Geräte als Entgelt für die Durchführung der Versuche.

An Geräten wurden in den Versuchsdörfern teilweise einzelne Apparate aufgestellt und in Betrieb gehalten, die während oder nach Ablauf der Versuchszeit gegen kleinere ausgewechselt werden. Unter Beachtung dieser durch die Versuche bedingten Verhältnisse für die Geräte und die Installationen sind die Einrichtungskosten für die landwirtschaftlichen Versuchsdörfer in Zahlentafel 1 zu beurteilen. Es sind hier die gesamten Einrichtungskosten je Dorf (ohne Meßgeräte, Zähler und sonstige Aufwendungen) gleich 100 % gesetzt und hiernach die auf die einzelnen Kostenelemente entfallenden Beträge in Prozent eingesetzt. Daneben sind die Kosten, umgelegt je Abnehmer, in Reichsmark angegeben. Die Kosten für Transformatorenauswechselung und Abänderungen im Ortsnetz fallen, soweit sie überhaupt erforderlich sind, stets zu Lasten des Elektrizitätswerkes. Für den Abnehmer verbleiben die Kosten für die Hausinstallation, für etwa erforderliche Wasserinstallation und für die Geräte.

Zahlentafel 1. Einrichtungskosten für landwirtschaftliche Versuchsdörfer.

	Von den Gesamtkosten entfallen auf d. einzelnen Kostenelemente in %			Gesamtkosten umgelegt je Abnehmer in RM		
Dorf Nr.	1	2	3	1	2	3
a) Kosten für Transformatorenauswechselung u. Änderungen i. d. Station	—	5,4	7,5	—	102	151
b) Kosten für Ortsnetzumbau und -abänderungen (Verstärkungen)	6,2	9,1	20,9	51	171	422
c) Kosten für elektrische Hausinstallationen	24,8	20,8	35,5	203	388	715
d) Kosten für Wasserinstallationen	3,1	3,1	5,1	25	58	103
e) Kosten der Geräte	65,9	61,6	31,0	538	1150	622
Summe der Kosten a) bis e)	100%	100%	100%	817 (17 Abn.)	1869 (13 Abn.)	2013 (12 Abn.)
Gesamtkosten je Versuchsdorf RM	13 900	24 300	24 200			
Dazu kommen noch Kosten für verschiedene Aufwendungen und Einrichtungen der Versuchsdörfer (Meßapparate, Zähler, Änderungen an der Ortswasserversorgung u. a.)						

Die Äußerungen der an den Versuchen beteiligten Elektrizitätswerke gehen dahin, daß man mit den vorhandenen Transformatorengrößen in den ländlichen Ortschaften bei weiterer Einführung der Elektrowärme in den meisten Fällen noch auf längere Zeit hinaus auskommen dürfte. Auch hinsichtlich der Ortsnetze ist man der Ansicht, daß vorläufig bei der weiteren Elektrifizierung ohne wesentliche Umbauten auszukommen sein wird. Es dürften Abänderungen bzw. Verstärkungen nur für den einen oder anderen Hausanschluß und etwa für lange und schwache Ausläufer von Ortsleitungen erforderlich werden.

Die Kosten für die Installationen und die Geräte werden sich bei der weiteren Einführung von Elektrowärme in der Landwirtschaft vermindern lassen. Es hat sich aus den Versuchen ergeben, daß die Aufstellung eines elektrischen Herdes, eines Heißwasserspeichers und eines Futterdämpfers dem Landwirt die Vorteile der Elektrifizierung bringen wird, die er erwartet. Nach den letzten Erfahrungen des RKTL dürfte, ohne hier ein endgültiges Ergebnis auszusprechen, für den mittleren landwirtschaftlichen Betrieb ein 3-Plattenherd, ein 30 bis 50 l-Heißwasserspeicher und ein 25 bis 100 l-Futterdämpfer das Richtige sein. Für die Beschaffung dieser Geräte würden dann dem Landwirt Kosten in Höhe von etwa 400 bis 500 RM entstehen, wozu noch die Kosten für die Installationen je Gerät kommen, die einschließlich der Abänderung des Wasseranschlusses im Durchschnitt mit etwa 60 RM tragbar wären. Es ergeben sich also für den Anschluß der genannten Geräte etwa 200 RM Installationskosten, so daß also insgesamt für den einzelnen Abnehmer mit Ausgaben in der Größenordnung von etwa 650 RM zu rechnen wäre. Dieser Betrag dürfte allerdings, im Rahmen des bäuerlichen Betriebes gesehen, trotz allem recht hoch sein. Wenn die weitere Einführung der Elektrowärme Schritt halten soll, wird es erforderlich sein, die Apparate derart auszugestalten, daß der Preis innerhalb einer solchen Grenze bleibt, daß auch der weniger bemittelte Landwirt sich die Geräte beschaffen kann.

Zahlentafel 2. Aufbau der Anschlußwerte und des Stromverbrauchs in den landwirtschaftlichen Versuchsdörfern.

	Anschlußwerte in kW			Stromverbrauch in kWh		
Dorf Nr.	1	2	3	1	2	3
Licht	5,3	5,2	8,1	2485	3055	2660
Kraft	22,8	46,4	98,4	1150	3825	4600
Kleingeräte	8,1	5,8	40,1	(Unter Licht und Herde)	(Unter Licht)	2025
Herde	90,2	124,2	66,0	7160	14260	10565
Speicher	7,9	21,7	12,8	4380	18210	29270
Dämpfer	9,8	14,2	19,5	7005	16680	27850
Backofen	21,6	—	—	1170	—	—
Kühlschränke	—	—	5,1	—	—	2880
Insgesamt	165,7	217,5	250,0	23350	56030	79850

In Zahlentafel 2 sind die **Anschlußwerte und der Stromverbrauch** der Versuchsdörfer zusammengestellt. Die Stromverbrauchszahlen beziehen sich auf zwölf Monate und sind bei einem Dorf, wo noch nicht die Zahlen der letzten Monate zur Verfügung stehen, auf Grund der Vormonate ergänzt. Wesentliche Änderungen der Zahlen für den Stromverbrauch dürften nach endgültigem Abschluß der Versuche nicht zu erwarten sein. Den größten Anschlußwert haben in zwei Dörfern die Herde, während dort der Kraftanschluß erst an zweiter Stelle kommt. Eine Möglichkeit, den Anschlußwert der Herde zu vermindern, wäre durch die Aufstellung von Sparherden bei dem einen oder anderen Abnehmer gegeben. Der Sparherd dürfte gerade für kleinere landwirtschaftliche Betriebe sehr zweckmäßig sein, weil er es gestattet, morgens ein zubereitetes Essen aufzustellen, das dann zur Mittagszeit fertig ist.

[1]) EW Schlesien, Amperwerke, Neckarwerke.

Wie aus Zahlentafel 2 weiter hervorgeht, entfällt der größte Stromverbrauch in Dorf 2 und 3 auf die Speicher und Dämpfer, während in Dorf 1 für das Kochen nahezu ebensoviel Strom wie für die Dämpfer gebraucht wird.

Hinsichtlich der Verwendung der Heißwasserspeicher kommt das RKTL vorläufig zu dem Ergebnis, daß ein Tagesverbrauch von etwa 30 l Heißwasser aus dem elektrischen Speicher gedeckt werden kann. Darin ist nicht enthalten das warme Wasser für die Zubereitung des Viehfutters; einschließlich dieses Bedarfes steigt der Heißwasserverbrauch je nach Anzahl und Größe der Tiere bis auf etwa 80 l je Tag. In den 30 l ist ferner nicht eingerechnet der Mehrverbrauch an Heißwasser am Ende der Woche.

Der Kochstromverbrauch, der am Anfang der Versuchszeit noch etwas hoch war, bis sich die Bauersfrau auf den Gebrauch des elektrischen Herdes eingestellt hatte, ging im Laufe des ersten Versuchsmonats zurück, so daß jetzt im Mittel 0,5 kWh je Kopf und Tag für reine Zubereitung des Essens, also ohne etwaige Warmwasserbereitung auf dem Herd, gebraucht werden.

Die Kosten für den gesamten Stromverbrauch (Licht, Kraft und Wärme) lagen im Versuchsjahr im Mittel für den einzelnen Abnehmer zwischen 130 RM bei den kleinbäuerlichen Betrieben und 440 RM bei den größeren Betrieben.

Zahlentafel 3. Stromverbrauch und Anschlußwerte ländlicher Ortschaften.

	Dörfer ohne Elektrowärme		Dörfer mit Elektrowärme	
	Gruppe a	Gruppe b	Gruppe a	Gruppe b
Mittlere Abnehmerzahl je Dorf . . .	17	13	17	13
Ges. Stromverbrauch eines Dorfes kWh/Jahr	3230	7530	23 350	68 200
Ges. Anschlußwert aller Abnehmer eines Dorfes . . . . kW	42,5	90	166	234
Mittl. Stromverbrauch je Abnehmer kWh/Jahr	190	580	1370	5250
Mittl. Anschlußwert je Abnehmer kW	2,5	6,9	9,8	18
Mittl. Benutzungsdauer des Anschlußwertes je Abnehmer . . . . h/Jahr	76	84	140	290

In Zahlentafel 3 sind verschiedene charakteristische Zahlen über Stromverbrauch und Anschlußwerte in ländlichen Ortschaften ohne Elektrowärme und mit Elektrowärme einander gegenübergestellt. Um die Vergleichsmöglichkeit zu erleichtern, sind die Dörfer in Gruppen zusammengefaßt. Gruppe a enthält eine Anzahl gleichartiger Dörfer ohne Elektrowärme, denen als Dörfer mit Elektrowärme das Versuchsdorf 1 gegenübergestellt ist. In Gruppe b sind Mittelwerte aus den Versuchsdörfern 2 und 3 einmal ohne Elektrowärme, also nur mit Licht, Kraft und einigen Kleingeräten, und dann mit den gesamten Einrichtungen, also Licht, Kraft und Wärme aufgeführt. Die Zusammenstellung zeigt die Verschiedenheit hinsichtlich Anschlußwert und mittlerem Stromverbrauch je Abnehmer in den beiden Gruppen, d. h. für kleinbäuerliche Betriebe (Gruppe a) und für größere Betriebe (Gruppe b). Ferner ist aus Zahlentafel 3 zu ersehen, was durch die Einführung von Elektrowärme in ländlichen Ortschaften gegenüber den heutigen Verhältnissen erreicht werden kann. Der Gesamtstromverbrauch des Dorfes mit Elektrowärme in Gruppe a stieg auf das 7,2fache gegenüber dem mittleren Verbrauch für ein Dorf aus der Gruppe a ohne Elektrowärme, während in Gruppe b der mittlere Stromverbrauch für ein Dorf sogar auf das 9fache zunahm. Der Anschlußwert aller Abnehmer eines Dorfes zusammen ist auf das 3,9- bzw. 2,6fache gestiegen. Die mittlere Benutzungsdauer des Anschlußwertes je Abnehmer hat in Gruppe a um das 1,8fache und in Gruppe b um das 3,5fache zugenommen. Die Höchstbelastung des Ortstransformators dürfte sich durch die Einführung der Elektrowärme nicht unangenehmer auswirken. Auch der Gleichzeitigkeitsfaktor scheint in den vollelektrifizierten Dörfern nicht ungünstiger zu werden.

Die Einnahmen der Elektrizitätswerke für die in den Versuchsdörfern verkauften kWh für Licht, Kraft und Wärme sind auf das etwa 1,8- bis 2,8fache der Einnahmen gestiegen, die aus der Stromabgabe für Licht, Kraft und einige Kleingeräte allein erzielt wurden. Die Zunahme im Verbrauch an kWh gegenüber der Zunahme der Einnahmen zeigt deutlich, wie sich gerade der Nachtstromverbrauch in den Versuchsdörfern für die Einnahmen besonders stark auswirkt.

Inwieweit bei der Elektrifizierung in der Landwirtschaft außerhalb des Rahmens eines Versuchsjahres die Zahlen in Zahlentafel 3 als Mittelwerte gelten können, läßt sich noch nicht endgültig sagen. Man kann annehmen, daß selbst bei sparsamer Anwendung von Elektrowärmegeräten (Herd, Heißwasserspeicher und Futterdämpfer) in der Landwirtschaft der Stromverbrauch größenordnungsmäßig auf das 6- bis 9fache des bisher für Licht und Kraft sowie einige Kleingeräte Verbrauchten steigen wird.

Die Versuchsteilnehmer äußern sich im allgemeinen dahin, daß unter Berücksichtigung des über die Einrichtungskosten bereits Gesagten der Betrieb der Geräte in landwirtschaftlichen Haushalten in den Versuchsdörfern in den meisten Fällen möglich ist.

Zusammenfassend kann man wohl sagen, daß es sich bei der weitestgehenden Einführung der Elektrowärme in der Landwirtschaft um eine Aufgabe handelt, deren Weiterverfolgung eine wertvolle Gemeinschaftsarbeit ist: sie nützt der Erhaltung der Landwirtschaft, indem sie vor allem die Bauersfrau vor Überarbeit schützt, sie fördert den Verbrauch an elektrischen Geräten und an Strom und gibt dadurch weiten Kreisen Arbeit und Brot.

[Auszug aus einem Vortrag von Dr.-Ing. C. Th. Kromer, gehalten auf der gemeinsamen Jahrestagung der WEV und des REV in Saarbrücken am 28. 9. 1935. Elektr.-Wirtsch. 29 (1935) S. 648.] *Sb.*

Energiewirtschaft.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft.

621. 311. 003 (43)

Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitätswerke*).

(Die **fettgedruckten** Ziffern beziehen sich auf das letzte, die *schräg*gedruckten auf das vorletzte Geschäftsjahr.)

a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma	Einheitswert	Preußische Elektrizitäts-AG.	Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen AG.	AG. Sächsische Werke	Badische Landeselektrizitätsversorgung AG. (Badenwerk)	Rheinisches Elektrizitätswerk im Braunkohlenrevier AG.	Niederrheinische Licht- und Kraftwerke AG.	Neckar-Aktiengesellschaft	Thüringische Landeselektrizitätsversorgungs-AG. „Thüringenwerk"	Vereinigte Saar-Elektrizitäts-AG.
Wohnsitz		Berlin	Dortmund	Dresden	Karlsruhe	Köln	Rheydt	Stuttgart	Weimar	Saarbrücken
Letztes Geschäftsjahr		1. 4. 34 bis 31. 3. 35	1. 1. bis 31. 12. 34	1. 1. bis 31. 12. 33	1. 4. 34 bis 31. 3. 35	1. 1. bis 31. 12. 34	1. 1. bis 31. 12. 34	1. 1. bis 31. 12. 34	1. 1. bis 31. 12. 34	1. 1. bis 31. 12. 34
Art und Gebiet der Versorgung		Überlandversorgung	Großversorgungs-Unternehmen	Stromlieferung eines großen Teiles von Sachsen	Landesversorgung	Versorgung der Stadt Köln und des Kreises Bergheim	Überland- und Großabnehmer-Versorgung	Wasserkraftwerke zur Großverteilung	Überlandversorgung	Versorgung der Gemeinden u. d. Industrie des Saarlandes
Letzte Veröffentlichung in der ETZ		1935, S. 443 II	1934, S. 1034 VI	1934, S. 1034 IV	1934, S. 1231 IV	1933, S. 506 V	1934, S. 1231 II	1934, S. 1034 II	1934, S. 1231 III	1934, S. 1034 V

*) Vgl. ETZ 56 (1935) H. 41, S. 1132.



a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
A Bilanz										
a) Aktiva										
I. Anlagevermögen										
1. Kraftwerke einschl. Grundstücke und Gebäude	10³ RM	72 625	119 576[1])	205 958	6 931	12 655[1])	10 084	107 200	2 166	4 255
	„	45 122	137 153	207 739	6 879	21 818	19 869	106 399	2 205	3 979
2. Fortleitung und Verteilung einschl. Zähler	„	31 567	111 832	180 844	69 721	3 306	10 102	563	12 639	4 277
	„	31 368	111 052	179 353	69 250	3 306	—	563	10 775	4 293
3. Im Bau befindliche Anlagen	„	394	2 652	321	35	—	101	13 321	743	53
	„	29 990	1 619	628	31	—	—	3 165	1 782	272
4. Betriebs- u. Geschäftsinventar	„	—	—	3 621	—	—	—	28	—	—
	„	—	—	3 663	—	—	—	150	—	31
Summe I	10³ RM	104 586	234 062	390 744	76 687	15 961	20 287	121 112	15 548	8 885
	„	106 480	249 824	391 383	76 160	25 124	19 869	110 277	14 762	8 575
II. Beteiligungen	„	112 678[1])	2 695	45 286[1])	14 456	—	1 375	588	3 580	8
	„	121 655	2 850	25 598	14 471	—	1 380	588	3 580	8
III. Umlaufsvermögen:										
1. Vorräte	„	334	365	675	231	60	303	118	40	179
	„	565	441	1 111	219	52	324	—	36	225
2. Eigene Aktien	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3. Forderungen:										
a) an abhängige und Konzerngesellschaften	„	15 627	15 301[1])	10 299	12 239	—	784	—	606	1
	„	16 733	24 307	9 089	11 360	296	1 628	—	747	—
b) an sonst. Schuldner	„	9 674	13 161	6 846	6 049	6 067	1 082	1 935	713	2 774
	„	17 059	14 578	6 806	3 628	3 967	1 507	2 602	847	2 998
4. Sonstiges Umlaufsvermögen (Effekten, Hyp., Bankguthaben, Kasse usw.	„	14 753	4 072	30 466	7 548	2 708	204	1 431	1 192	149
	„	10 097	3 792	15 410	9 838	2 717	111	797	673	299
Summe III	10³ RM	49 388	32 899	48 286	26 067	8 835	2 373	3 484	2 551	3 103
	„	44 454	43 118	32 416	25 045	7 032	3 570	3 599	2 257	3 522
IV. Bilanzschlußzahl	10³ RM	257 654	269 656	484 316	117 210	24 796	24 035	125 184	21 679	12 006
	„	272 589	295 792	449 397	115 676	32 156	24 819	114 464	20 645	12 105
b) Passiva										
I. Grundkapital	10³ RM	110 000	40 000	100 000	27 000	12 800	10 006	22 000	15 000	6 118
	„	110 000	40 000	100 000	27 000	12 800	10 000	22 000	15 000	6 146
II. Reservefonds	„	13 000	6 254	14 991	2 900	1 280	243	—	167	58
	„	11 000	5 764	15 005	2 808	1 280	222	—	132	53
III. Rückstellungen	„	16 101[2])	8 450	10 861	3 985	499	42	—	352	882
	„	23 232	8 544	8 673	3 311	619	54	—	60	549
IV. Wertberichtigungen	„	29 741	80 339[1])	165 205	19 100	9 739[1])	7 033	8 742	2 492	3 071
	„	26 490	90 013	155 300	17 100	16 917	6 426	6 756	2 018	2 817
V Verbindlichkeiten:										
1. an abhängige und Konzerngesellschaften	„	28 454	2 225	2 506	512	276	627	—	108	8
	„	29 445	1 848	1 523	594	—	3 270	—	171	—
2. aus Anleihen	„	41 284	118 895	164 701[2])	57 743	43	5 382	93 190	2 488	1 552
	„	41 328	117 074	144 024	60 575	366	4 303	85 010	1 905	1 805
3. sonstige	„	14 382	13 121[1])	23 048	4 424	77	278	1 252	428	317
	„	31 094	32 549	24 691	2 443	96	117	698	710	630
Summe V	10³ RM	84 100	134 241	190 255	62 679	396	6 287	94 442	3 024	1 877
	„	101 867	151 471	170 238	63 631	462	7 690	85 708	2 786	2 435
VI. Reingewinn	10³ RM	4 712	372	3 004	1 548	82	430	—	644	(—10)
	%	4	0	0	5	0	4	—	—	—
	10³ RM	—	—	181	1 845	78	427	—	649	105
	%	0	0	0	6	0	4	—	4	2
VII. Bilanzschlußzahl	10³ RM	257 654	269 656	484 316	117 210	24 796	24 035	125 184	21 679	12 066
	„	272 589	295 792	449 397	115 676	32 156	24 819	114 464	20 645	12 105
B Gewinn- u. Verlustrechnung										
a) Aufwendungen:										
I. Ausgaben für										
1. Betrieb	10³ RM	3 464	7 001	10 193	1 846	907	915	120	264	606
	„	3 224	6 646	9 824	1 579	874	807	196	223	—
2. Sonstiges	„	3 681	17 039	9 231	2 063	244	949	152	330	1024
	„	3 986	8 507	8 799	1 275	308	852	57	317	—
II. Abschreibungen und Rückstellungen	„	11 870	29 277	18 540	2 963	2 019	712	2 019	563	514
	„	66 773	42 584	23 394	2 158	2 037	455	2 907	514	487
III. Zinsen	„	2 946	6 148	8 544	3 001	—	268	1 182	47	98
	„	2 955	7 999	9 551	3 174	—	295	1 049	—	110
IV. Steuern und soziale Abgaben	„	3 146	1 593	3 004	1 401	559	279	137	239	184
	„	3 070	1 939	3 123	1 062	585	293	93	111	110
Summa a)	10³ RM	25 107	61 058	49 512	11 074	3 729	3 123	3 610	1 443	2 426
	„	80 008	67 675	54 691	9 248	3 804	2 702	4 302	1 165	707
V. Reingewinn	„	4 712	372	3 004	1 546	82	430	—	844	(—10)
	„	—	(—920)	181	1 845	78	427	—	649	105
VI. Schlußzahl der Ertragsrechnung	10³ RM	29 819	61 430	52 516	12 620	3 811	3 553	3 610	2 087	2 426
	„	80 008	67 675	54 872	11 093	3 882	3 129	4 302	1 814	812
b) Erträgnisse:										
I. Betriebseinnahmen aus										
1. Stromverkauf	10³ RM	16 451	32 347	44 044	11 086	3 370	3 211	1 991	1 859	2 277
	„	13 541	30 327	43 164	10 058	3 503	2 937	2 029	1 544	792
2. Sonstigem	„	120	260	867	765	329	21	200	9	0,4
	„	114	259	819	365	248	120	20	8	16
Summe I	10³ RM	16 571	32 557	44 911	11 851	3 699	3 232	2 191	1 868	2 277
	„	13 655	30 586	43 983	10 423	3 751	3 057	2 049	1 552	808
II. Beteiligungen	„	6 787[1])	63	1 379	636	—	77	28	189	0,5
	„	7 884	2	1 729	542	—	65	28	221	—
III. Vortrag und sonstiges	„	6 461	28 810[1])	6 226	133	112	244	1 390[1])	30	138
	„	58 469	36 167	9 160	128	131	7	2 225	41	4
IV. Schlußzahl der Ertragsrechnung	10³ RM	29 819	61 430	52 516	12 626	3 811	3 553	3 609	2 067	2 426
	„	80 008	67 675	54 872	11 093	3 881	3 129	4 302	1 814	812



Zu I. Preußische Elektrizitäts-AG., Berlin.

Die Stromabgabe betrug einschließlich der Tochtergesellschaften der Nordwestdeutschen Kraftwerke AG., Hamburg (N.W.K.) und der Braunkohlen-Schwel-Kraftwerk Hessen-Frankfurt AG. (Hefrag), Wolfersheim 807,250 Mill kWh gegen 679,654 Mill kWh im Vorjahre, d. i. eine Steigerung von 18,7 %. An dem Ansteigen des Strombedarfs nimmt neben der Industrie der Haushalt-Stromverbrauch bei den Tochtergesellschaften einen guten Teil ein.

Bilanzanmerkung:

[1]) Laut Bericht war es möglich, den Bereitschaftskredit bei der Preuß. Staatsbank (Seehandlung) abzutragen; zu diesem Zwecke wurden einige weniger wichtige Beteiligungen veräußert. Infolge dieser Abgänge von rd. 8,977 Mill RM sind auch die Erträgnisse aus Beteiligungen geringere als im Vorjahr.

[2]) Laut Bericht verminderten sich die Rückstellungen um 7,330 Mill RM. Die Währungsreserve von rd. 4,535 Mill RM wurde auf das Konto „Verbindlichkeiten" umgebucht.

Zu II. VEW Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen.

Das Jahr 1934 ist ein Markstein in der Geschichte der VEW nicht nur dadurch, daß in ihm die Stromabgabe ihren bisherigen Höchststand um rd. 40 Mill kWh überschritt, sondern vornehmlich auch durch die geldliche Gesundung des Unternehmens. Die Gesamtverschuldung ist um rd. 17,2 Mill RM gesenkt worden, die Währungsverpflichtungen sind von 165,552 Mill RM auf 42,546 Mill RM herabgedrückt, die Aktiven sind so abgeschrieben, daß sie heute als gereinigt gelten können. Trotzdem konnte an Stelle der bisherigen jahrelangen Verluste im Jahre 1934 zum ersten Male wieder ein Gewinn von rd. 0,3 Mill RM erzielt werden. Die Stromabgabe im eigentlichen Versorgungsgebiet ist von 452,753 Mill kWh im Jahre 1933 auf 515,681 Mill kWh im Jahre 1934, also um 13,9 %, gestiegen.

Bilanzanmerkung:

[1]) Auf Anlagevermögen haben noch die im letzten Bericht in Aussicht gestellten weiteren notwendigen Abschreibungen stattgefunden, welchen im Abschluß „Wertberichtigungen" und „sonstige Verbindlichkeiten" mit geringeren Ziffern gegenüberstehen. Zu beachten ist, daß etwa 40 % der Erträgnisse aus „außerordentlichen Erträgen", und zwar Valutagewinnen, bestehen.

Zu III. AG. Sächsische Werke, Dresden.

Der erst am 21. Mai 1935 vorgelegte Bericht behandelt das 11. Geschäftsjahr 1933. Die nutzbare Abgabe von Strom ist von 768 Mill kWh um 8,9 % auf 836 Mill kWh gestiegen.

Bilanzanmerkung:

[1]) Zugang nom. 16 000 000 RM Sächs. Elt.-Lieferungs-Ges. Siegmar-Aktien, sowie nom. 4 400 000 RM Thüringer Elt.-Lieferungs Gotha-Aktien.

[2]) Zugang 6 700 000 $ 5 % Anleihe mit der City Company of New York zum Kurse von 100 %.

Zu IV. Badische Landeselektrizitätsversorgung AG. (Badenwerk), Karlsruhe.

Nutzbar abgegeben wurden 478,947 Mill kWh (11,8 % mehr als im Vorjahre), wovon 467,145 Mill kWh (+ 11,9 %) auf Kraft- und Großverbrauch und 11,801 Mill kWh (+ 10 %) auf Licht- und Hausbedarf entfallen.

Bilanzanmerkung:

[1]) Gemäß des Gemeinde-Umschuldungsges. v. 21. 9. 1933 wurden dem Badenwerk nom 2 050 000 RM 4 % Schuldverschreibungen Deutscher Gemeinden zur Ablösung kurzfristiger Verbindlichkeiten von Gemeinden zugeteilt. Hieraus ergibt sich in der Bilanz eine wesentliche Verschiebung, da um diesen Posten die Außenstände geringer und der Bestand an Wertpapieren größer wurden.

Zu V. Rheinisches Elektrizitätswerk im Braunkohlenrevier AG., Köln.

Die nutzbare Stromabgabe betrug 521,500 Mill kWh gegen 333,491 Mill kWh im Jahre 1933 und weist eine Steigerung von 56,4 % auf. Die AG. gehört zum Konzern der Rheinischen AG. für Braunkohlenbergbau und Brikettfabrikation in Köln, in deren Händen sich auch das gesamte Aktienkapital befindet.

Bilanzanmerkung:

[1]) Das Anlagevermögen ist bedeutend herabgesetzt und der Betrag dafür zum größten Teil dem Konto „Wertberichtigungen" entnommen worden.

Zu VI. Niederrheinische Licht- und Kraftwerke AG., Rheydt.

Der Strombezug betrug 44,744 Mill kWh gegenüber 36,162 Mill kWh im Vorjahre, hat also eine Steigerung von 25,5 % erfahren. Der seit vielen Jahren projektierte Bau eines neuen Verwaltungsgebäudes sowie eine Reihe von Erneuerungsarbeiten konnten durchgeführt werden. Durch Kreditierung von Installationsaufträgen wurde eine ansehnliche Zunahme in der Hausanschlußbewegung erzielt. Der gesamte Strombedarf 44,745 (36,163) Mill kWh wurde aus dem Kraftwerk Frimmersdorf (Niederrheinische Braunkohlen-AG.) gedeckt.

Zu VII. Neckar-Aktiengesellschaft, Stuttgart.

Die Wasserführung des Neckar war monatelang schwach. Die Gesamtstromerzeugung blieb daher weit hinter dem Vorjahre zurück: 148,972 (185,8) Mill kWh. Die AG. betreibt 12 Wasserwerke, von denen nur zwei Werke, in Hirschhorn und Rockenau, während des ganzen Jahres voll in Betrieb waren.

Bilanzanmerkung:

[1]) Das Reich und die Länder Württemberg, Baden und Hessen haben auf Forderungen im Gesamtbetrag von 1 030 000 RM verzichtet, welche als „außerordentliche Zuwendung" verbucht und in diesen Posten enthalten sind.

Zu VIII. Thüringische Landeselektrizitätsversorgungs-AG., Weimar, „Thüringenwerk", Weimar.

An Strom wurden abgesetzt 173,981 Mill kWh, was einer Steigerung von 15 % gegen das Vorjahr entspricht. Größere Bauarbeiten wurden zur weiteren Ausgestaltung des Landesnetzes, insbesondere auch zur Verbindung mit den Anlagen der Preußen Elektra planmäßig zu Ende geführt; ferner wurden Ersatzbauten ausgeführt und Überholungen von Netz- und Umspannwerken vorgenommen.

Zu IX. Vereinigte Saar-Elektrizitäts-AG., Saarbrücken.

Der Geschäftsbericht behandelt das letzte Geschäftsjahr unter dem französischen Regime, welches sich schon in den vorhergegangenen Jahren durch seine Unklarheit und Undurchsichtigkeit im Jahresabschluß bemerkbar gemacht hat. Trotz der unsicheren politischen Lage ist die nutzbare Stromabgabe von 64,329 Mill kWh auf 64,766 Mill kWh gestiegen. Obwohl die Verordnung über Aktienrecht v. 19. 9. 31 für diese letzte „Franken"-Bilanz noch keine Gesetzeskraft besitzt, ist die Jahresabrechnung entsprechend den Vorschriften dieser Verordnung gegliedert. Sie weicht von dem bisher üblichen Aufbau in so hohem Maße ab, daß ein Vergleich mit dem Vorjahre nicht in allen Fällen möglich ist. Laut Beschluß des Aufsichtsrats und der Gen.-Vers. vom 19. 6. 35 wird das laufende Geschäftsjahr ab 1. Jan. 1935 auf Reichsmark umgestellt. Trotz verhältnismäßig guten Absatzes schließt die Bilanz wegen der notwendigen vom Deutschen Aktiengesetz geforderten Abschreibungen mit einem Verlustsaldo von 62 411,97 Frs ab, der auf neue Rechnung vorgetragen wird.

Bilanzanmerkung:

Die Zahlen sind im Verhältnis 100 Frs = 16,45 RM umgerechnet worden.

GESCHÄFTLICHE NACHRICHTEN.

338. 5 : 546. 3 **Metallpreise im 3. Vierteljahr 1935[1]).** — Nach den Rückschlägen im Juni 1935 weist das 3. Vierteljahr 1935 bei der internationalen Preisentwicklung für Kupfer, Blei und Zink eine dauernde starke Aufwärtsbewegung auf. Diese Märkte sind in zunehmendem Maße in sich konsolidiert, die sichtbaren — und in wohl noch stärkerem Umfange die unsichtbaren — Vorräte vermindern sich, während

[1]) ETZ 56 (1935) H. 33, S. 929.



die teils steigende Erzeugung mit dem steigenden Bedarf nicht Schritt hält. Maßgebend für die Preissteigerungen ist nicht nur die Nachfrage auf Grund des höheren augenblicklichen Bedarfs, namentlich im Hinblick auf die Aufrüstung vieler Länder und die Durchführung großer Bauvorhaben, sondern auch die zuversichtliche Beurteilung des zukünftigen Verbrauchs. — Die Überwachungsstelle für unedle Metalle hat ihr Richtpreissystem durch Anordnung 34 auf schnellere Anpassung an die internationale Preisentwicklung durch Bekanntgabe sogenannter Kurspreise umgestellt. Es erschien deshalb auch angebracht, diese Kurspreise unserer Preistafel an Stelle der meist nominellen Börsennotierungen zugrunde zu legen (Abb. 1). Der unter der Auswirkung der Code-

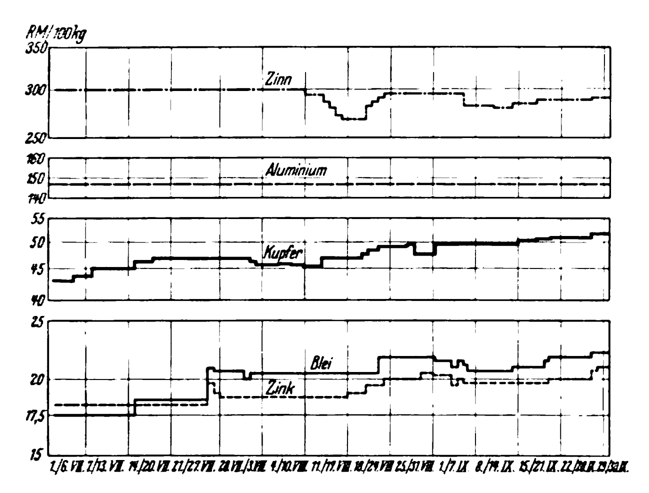


Abb. 1. Metallpreise im 3. Vierteljahr 1935. Kurspreise der Überwachungsstelle für unedle Metalle.

Auflösung unter 8 cts gesunkene Inlandspreis zog langsam wieder an, zumal eine Aussprache der K u p f e r e r z e u g e r das Funktionieren des internationalen Kupferabkommens günstiger beurteilen ließ und auch die V. S. Amerika-Erzeuger immer wieder betonten, auf freiwilliger Grundlage am Code festzuhalten. Während Anfang August infolge der englischen Bankfeiertage das europäische Geschäft noch ziemlich ruhig war, wurde in den V. S. Amerika die Kauftätigkeit wieder sehr rege. Die Ansichten über das Funktionieren des internationalen Kupferabkommens waren wieder sehr optimistisch, nachdem die Statistik der rhodesischen Kupfererzeugung erkennen zu lassen schien, daß die beschlossene Erzeugungsdrosselung auch durchgeführt wird. Die Kupfererzeuger versuchten bereits, den Markt in den V. S. Amerika stimmungsmäßig für eine Heraufsetzung des offiziellen Preises von 8 auf 8½ cts zu beeinflussen. Hatten bereits auf diese Vorankündigung, die dann auch am 19. August durchgeführt wurde, umfangreiche Käufe eingesetzt, so wurden sie auch auf dem erhöhten Preisstand noch fortgesetzt. Die Gesamtkäufe in den V. S. Amerika erreichten im August die Rekordhöhe von 120 000 t. Anfang September war es in Reaktion auf die starken Augustkäufe zunächst auf den internationalen Kupfermärkten sehr ruhig. Auf die „Ankündigung" einer weiteren Kupferpreiserhöhung setzten aber zunächst in den V. S. Amerika neue starke Käufe ein. Der offizielle Preis in den V. S. Amerika wurde dann am 16. 9. abermals um 0,50 cts, dem alten Code-Preis, heraufgesetzt. An der Londoner Börse stiegen die Kupfernotierungen entsprechend den Vorgängen in den V. S. Amerika. — Merkwürdigerweise blieb die V. S. Amerika-Ausfuhrstatistik, die entgegen der vereinbarten Ausfuhrdrosselung auf 8000 t eine Steigerung von 12 650 t im Mai auf über 25 000 t im August aufwies, auf die Preisentwicklung ohne Einfluß. Die Vorräte in England stiegen auf 90 200 t. — Die B l e i - und Z i n k n o t i e r u n g e n lagen in London zunächst ziemlich unverändert. Die bevorstehende Entscheidung in der englischen Zollfrage ließ dann im August die Notierungen beider Metalle kräftig anziehen, für Blei stärker als für Zink, da einerseits die statistische Lage für Blei günstiger aussah, auch die Zollregelung Blei anders berührte als Zink. Nach Inkrafttreten der neuen Zölle gaben die Notierungen zunächst infolge geringerer Nachfrage leicht nach, da der internationale Handel erst einmal die Auswirkung der neuen englischen Zölle abwarten wollte. Ende September setzte auch bei diesen Metallen wieder eine starke Aufwärtsbewegung ein, wobei Blei wieder besser wegkam als Zink. Bei Blei wirkte sich vor allem geringeres Angebot infolge Streiks auf mexikanischen Gruben aus, auch starke Käufe der Russen, während bei Zink immer noch die statistische Lage und das Ausbleiben der Kartellverhandlungen verstimmte. — Der Z i n n m a r k t hatte wieder seine Sonderbewegung. Im Vordergrund des Interesses stand in der Hauptsache die Verknappung an prompter Ware, die sich nicht allein in außerordentlich hohem Deport auswirkte, sondern auch an der Londoner Börse zu erheblichen Kursschwankungen am Kassamarkt führte. Das Zinnkartell sah sich veranlaßt, zweimal die Erzeugungsquoten in der Berichtszeit heraufzusetzen, zuletzt auf 65 % der Grundzahl. Die Bekanntgabe der Quotenerhöhung wirkte sich jedesmal in einem Preisrückgang, besonders am Kassamarkt aus, der aber nie von langer Dauer war. — Der Zinnpool hat inzwischen ausverkauft; mit seiner Auflösung zu Ende des Jahres wird bestimmt gerechnet.

Die Preise für A l u m i n i u m, N i c k e l, Q u e c k s i l b e r blieben in der Berichtszeit unverändert. Dagegen sind am Markt der Nebenmetalle erhebliche Preissteigerungen für C a d m i u m und A n t i m o n zu verzeichnen. In London stieg von Anfang Juli bis Ende September der Preis für fremdes Antimon (cif) von 47 £ auf 55 £ je lgt (long ton = 1016 kg), der Preis für Cadmium von 2 sh 9 d auf 4 sh 4 d je lb.

Lw.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Philips 1934/35. — Die holländische Gesellschaft erzielte im Geschäftsjahr 1934/35 einen Reingewinn von 9,3 Mill hfl, wobei bei einem Vergleich mit dem Vorjahr beachtet werden muß, daß das damalige Geschäftsjahr 16 Monate umfaßte. Nach verschiedenen Zuweisungen werden aus dem Reingewinn auf die St.-A. wiederum 11 % und auf die V.-A. 7 % ausgeschüttet. Gegenüber den vergleichbaren 12 Monaten des Vorjahres ist der Umsatz um rd. 10 % gestiegen, doch war infolge der weiter nachgebenden Preise eine größere Mengensteigerung notwendig. Gemäß den zunehmenden Beschränkungen des Welthandels mußte die seit einigen Jahren betriebene Dezentralisation des Produktionsapparates fortgesetzt werden, um durch Aufnahme der Fabrikation in den wichtigen Absatzgebieten die Marktstellung zu behaupten. So sind von allen Beschäftigten des Konzerns (35 000 gegen 36 500 i. V.) nunmehr 18 000 in den ausländischen Niederlassungen tätig.

Hinsichtlich des G l ü h l a m p e n geschäftes berichtet die Gesellschaft, daß die zwangsläufige Dezentralisation der Herstellung die Produktionskosten weiterhin ungünstig beeinflußt. Da in jedem Produktionsgebiet viele Typen bei verhältnismäßig geringer Auflage hergestellt werden müssen, ist es in vielen Fällen nicht möglich, die Vorteile auszunutzen, die unter Voraussetzung einer Massenproduktion während der letzten Jahre in Eindhoven entwickelt wurden.

Der Absatz von R u n d f u n k empfangsgeräten und Radioröhren ist an der Steigerung des Umsatzes wesentlich beteiligt. Der Marktanteil konnte in vielen Ländern behauptet und teilweise sogar gesteigert werden.

Auf dem Gebiet des F e r n s e h e n s hat die Gesellschaft unter Beachtung der Entwicklung in Amerika, England und Deutschland weitere Entwicklungsarbeiten geleistet, nach deren Abschluß sie glaubt, einen entsprechenden Absatzerfolg erzielen zu können.

N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken
(ohne Konzerngesellschaften).

Jahr 1. 5.—30. 4.	Aktien-kapital²)	Reserven³)	Beteiligungen⁴)	Rein-gewinn	Dividende V.-A.	Dividende St.-A.
	in 1000 hfl⁵)				%	
1932	90 723	26 253	64 176	7313	6	6
1933/34¹)	68 042	26 253	57 206	9700	10⁶)	11
1934/35	68 042	26 253	60 476	9271	7	11

¹) Geschäftsjahr vom 1. 1. 33 bis 30. 4. 1934.
²) Begebene Stamm- und 6% kumulative Vorzugsaktien.
³) Einschl. Dividendenreserven und Reserven für Erweiterungen (Agio auf Aktienausgabe).
⁴) Einschl. Vorschüsse an Tochtergesellschaften.
⁵) 1 hfl = 1,683 RM (10. 10. 35).
⁶) Nicht ganz 10%: hfl 74,— je Aktie nominal hfl 750,—.

Elektroaußenhandel 1934 von Estland, Lettland, Litauen. — In den nachstehenden Zahlentafeln ist die Elektroeinfuhr 1934 der Länder Estland, Lettland, Litauen dargestellt. Alle drei Länder haben ihre Einfuhr gegenüber 1933 erheblich steigern können, und zwar Estland um 19,6 %, Lettland um 35,5 %, Litauen um 14,2 %.

Zahlentafel 1a. Estland: Elektroeinfuhr nach Warengruppen.

Gegenstand	1933		1934		Anteil a. d. Gesamt-El.-Einfuhr	
					1933	1934
	dz	1000RM	dz	1000RM	%	%
elektr. Maschinen, Transformatoren und Teile	269	86	679	230	8,0	17,9
Akkumulatoren u. Elemente	52	10	81	15	1,0	1,2
Kabel u. isolierte Drähte	3089	266	2888	195	24,8	15,3
Schalt- u. Sicherheitsappar.	500	136	491	123	12,7	9,6
el. Meß- u. Zählvorricht.	101	94	111	88	8,8	6,9
Glühlampen	142	189	242	203	17,7	15,9
Telegr. u. Teleph. m. Draht	10	12	26	26	1,1	2,0
Radioapp. u. Teile davon	86	151	246	275	14,1	21,5
sonstige	347	125	348	124	11,8	9,7
Insgesamt	—	1069	—	1279	100	100

Zahlentafel 1b. Estland: Elektroeinfuhr nach Herkunftsländern.

Herkunftsländer[1])	1932	1933	1934	Anteil a. d. Ges.-El.-Einf. 1932	1933	1934
	1000RM	1000RM	1000RM	%	%	%
Deutschland	780	727	691	60,1	68,0	54,0
Schweden	80	46	124	6,2	4,3	9,7
Niederlande	98	86	101	7,6	8,0	7,9
Großbritannien	92	66	70	7,1	6,2	5,5
Finnland	85	51	67	6,5	4,8	5,3
V. S. Amerika	20	20	66	1,5	1,9	5,2
Dänemark	5	2	48	0,4	0,2	3,8
Frankreich	65	46	24	5,0	4,3	1,9
sonstige	73	25	88	5,6	2,3	6,7
Insgesamt	1298	1069	1279	100	100	100

[1]) Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1934.

Zahlentafel 2a. Lettland: Elektroeinfuhr nach Warengruppen.

Gegenstand	1933		1934		Anteil a. d. Gesamt-El.-Einfuhr	
					1933	1934
	dz	1000RM	dz	1000RM	%	%
elektr. Maschinen, Transformatoren u. Teile davon	1335	254	2484	521	18,6	28,2
Akkumulatoren u. Elemente	95	27	121	40	2,0	2,1
Kabel u. isolierte Drähte	2331	175	558	67	12,8	3,6
Schalt- u. Sicherheitsapp.	751	277	629	299	20,2	16,1
el. Meß- u. Zählvorricht.	64	77	91	107	5,6	5,8
Glühlampen u. Teile davon	516	166	573	150	12,1	8,1
Telegraphie u. Telephonie mit Draht	6	13	8	21	1,0	1,2
Radioapparate	58	231	110	437	16,9	23,6
Koch- u. Heizapparate, Staubsauger	13	11	6	7	0,8	0,4
Kohle f. d. Elektrotechnik	170	35	129	34	2,6	1,8
sonstige	735	100	486	168	7,4	9,1
Insgesamt	—	1366	—	1851	100	100

Zahlentafel 2b. Lettland: Elektroeinfuhr nach Herkunftsländern.

Herkunftsländer[1])	1932	1933	1934	Ant. a. d. Ges.-El.-Einf. 1932	1933	1934
	1000RM	1000RM	1000RM	%	%	%
Deutschland	968	793	1036	74,5	58,0	56,0
Niederlande	106	177	381	8,1	12,9	20,6
V. S. Amerika	31	60	85	2,4	4,4	4,6
Belgien-Luxemburg	17	95	71	1,3	7,0	3,8
Großbritannien	26	68	68	2,0	5,0	3,7
Frankreich	7	19	59	0,5	1,4	3,2
Schweden	52	116	45	4,0	8,5	2,4
Sonstige	93	38	106	7,2	2,8	5,7
Insgesamt	1300	1366	1851	100	100	100

[1]) Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1934.

Hauptträger der Zunahme waren in Estland (Zahlentafel 1a und b) die Gruppen Maschinen, Radioapparate, Telegraphie und Telephonie mit Draht, Glühlampen; die Einfuhr von Kabeln und Drähten ging dagegen erheblich zurück. — Ähnlich ist das Bild für Lettland (Zahlentafel 2a und b); auch hier ist die Einfuhr von Maschinen und Radioapparaten am stärksten gestiegen, auch hier liegt eine größere Beschränkung des Bezuges ausländischer Kabel und Drähte vor. — In Litauen (Zahlentafel 3a und b) ist dagegen die Kabel- und Drahtgruppe neben der Maschinengruppe Hauptträger der Einfuhrzunahme, während die übrigen Gruppen keine wesentlichen Veränderungen gegenüber dem Vorjahr zeigen.

Zahlentafel 3a. Litauen: Elektroeinfuhr nach Warengruppen.

Gegenstand	1933		1934		Ant. a. d. Gesamt-El.-Einfuhr	
					1933	1934
	dz	1000RM	dz	1000RM	%	%
elektr. Maschinen, Transformatoren u. Teile davon	981	194	1195	288	11,7	15,3
elektr. Elemente[1])	167	26	136	20	1,6	1,1
Kabel u. isolierte Drähte	1629	142	4358	314	8,6	16,6
el. Meß- u. Zählvorricht.	79	81	111	83	4,9	4,4
el. Lampen	186	183	244	171	11,1	9,1
Telegraphie u. Telephonie mit Draht	18	39	35	55	2,4	2,9
Radioapp. u. Teile davon	553	484	610	481	29,3	25,5
Radioröhren	27	117	15	73	7,1	3,9
Radiobatterien	50	11	77	17	0,7	0,9
Koch- u. Heizapp. f. d. Hausgebrauch	112	38	113	40	2,3	2,1
sonstige	976	337	1016	345	20,3	18,2
Insgesamt	—	1652	—	1887	100	100

[1]) Ohne Akkumulatoren, die in „sonstige" enthalten sind.

Zahlentafel 3b. Litauen: Elektroeinfuhr nach Herkunftsländern.

Herkunftsländer[1])	1932	1933	1934	Anteil a. d. Ges.-El.-Einf. 1932	1933	1934
	1000RM	1000RM	1000RM	%	%	%
Deutschland	1724	1037	817	78,0	62,8	43,4
Großbritannien	35	70	457	1,6	4,2	24,2
Niederlande	177	285	280	8,0	17,3	14,8
Belgien-Luxemburg	35	61	61	1,6	3,7	3,2
Österreich	12	22	49	0,5	1,3	2,6
V. S. Amerika	30	23	40	1,4	1,4	2,1
Tschechoslowakei	41	20	37	1,8	1,2	2,0
Japan	—	10	27	—	0,6	1,4
Schweiz	30	30	26	1,3	1,8	1,4
Schweden	30	17	25	1,3	1,0	1,3
sonstige	101	77	68	4,5	4,7	3,6
Insgesamt	2215	1652	1887	100	100	100

[1]) Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1934.

Die Betrachtung der Lieferländer zeigt für alle drei Länder eine gegenüber der Gesamteinfuhr ungünstige Entwicklung der Einfuhr aus Deutschland.

Am besten hielt sich der deutsche Anteil an der lettländischen Einfuhr, die lettischen Bezüge aus Deutschland sind um etwa 31 % gestiegen, doch fiel Deutschlands Anteil an der Gesamteinfuhr von 58 % 1933 auf 56 % 1934, während Holland — hauptsächlich infolge der gestiegenen Radioeinfuhr — seinen Anteil von 12,9 % auf 20,6 % erhöhte.

Die estnische Einfuhr aus Deutschland fiel um 5 %, der deutsche Anteil an der estnischen Gesamtelektroeinfuhr sank dementsprechend von 68 auf 54 %. Die stärkste Zunahme liegt bei Schweden (Maschineneinfuhr), ferner bei den V. S. Amerika (Radioapparate).

Die Einfuhr Litauens aus Deutschland ging 1934 gegen 1933 um 21 % zurück. Deutschland steht jedoch auch hier noch mit 43 % — gegen allerdings 62,8 % im Jahre 1933 — an erster Stelle. An zweite Stelle ist Großbritannien getreten mit 24,2 % Anteil 1934, und zwar hauptsächlich infolge der starken Kabeleinfuhr, die zu drei Vierteln aus England kam.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

Besichtigung.

Am Sonnabend, dem 16. November 1935, 14 h pünktlich, findet eine **Besichtigung des Baues der Nord-Süd-S-Bahn** statt.

Um den Teilnehmern während der Führung in ausreichendem Maße Erläuterungen geben zu können und mit Rücksicht auf die Besonderheit der Bauausführung muß die Besichtigung in zwei Abteilungen durchgeführt werden.

Abteilung I.

Zahl der Teilnehmer: höchstens 30.

Treffzeit: Sonnabend, den 16. November 1935, 14 h pünktlich.

Treffpunkt: Bahnhof Friedrichstraße vor dem Nordportal des Fernbahnhofs.

Besichtigungszeiten:

14 h bis 14 h 30 m	Kurze Erläuterung der Gesamtausführung, anschließend Vorführung des Filmes: „Die Reichsbahn unterfährt Berlin", im Empfangszimmer Bahnhof Friedrichstraße.
14 h 30 m bis 15 h	Besichtigung der Baustelle Bahnhof Friedrichstraße—Spreeunterfahrung.
15 h 05 m bis 15 h 25 m	Besichtigung der Baustelle Artilleriestraße (Ziegelstraße)—Invalidenstraße.
15 h 25 m bis 16 h	Besichtigung der Baustelle: Unterfahrung des Stettiner Fernbahnhofes.
16 h	Ende der Besichtigung am Stettiner Fußgängertunnel Schwartzkopfstraße.

Abteilung II.

Zahl der Teilnehmer: höchstens 30.

Treffzeit: Sonnabend, den 16. November 1935, 14 h pünktlich.

Treffpunkt: Schwartzkopffstraße Ecke Pflugstraße am Eingang des Stettiner Fußgängertunnels.

Besichtigungszeiten:

14 h bis 14 h 35 m	Kurze Erläuterung der Gesamtausführung im fertigen Tunnelstück unter dem Stettiner Fernbahnhof, anschließend Besichtigung der Baustelle: Unterfahrung des Stettiner Fernbahnhofes.
14 h 35 m bis 14 h 55 m	Besichtigung der Baustelle Invalidenstraße—Artilleriestraße (Ziegelstraße).
15 h bis 15 h 30 m	Besichtigung der Baustelle Spreeunterfahrung—Bahnhof Friedrichstraße.
15 h 30 m bis 16 h	Vorführung des Filmes: „Die Reichsbahn unterfährt Berlin", im Empfangszimmer des Bahnhofs Friedrichstraße.
16 h	Ende der Besichtigung am Bahnhof Friedrichstraße.

Da die Zahl der Besucher beschränkt ist, werden besondere Karten ausgegeben, die in der Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, II) kostenlos erhältlich sind.

Damen und Jugendliche dürfen an der Besichtigung nicht teilnehmen. Ganz pünktliches Erscheinen geboten.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Geschäftsführer: Burghoff.

Nachtrag zum Bericht [1]

über die ordentliche Vereinsversammlung am 30. April 1935.

Besprechung des Vortrages [2]

des Herrn Direktors Dr.-Ing. Buff über:

„Die Bedeutung der Groß-Elektrowärme-Geräte für Technik und Wirtschaft".

Vorsitz: Herr Oberingenieur Dr.-Ing. E. h. Trettin.

Herr Professor Dr. **Knoops**: Im Anschluß an die klaren Ausführungen von Herrn Dr. Buff möchte ich noch kurz an Hand einiger Bilder den wirtschaftlichen Teil berühren, den Herr Dr. Buff nicht so eingehend behandelt hat. Ich will Ihnen an einigen Beispielen zeigen, daß die Elektrowärme energiewirtschaftlich schon jetzt ohne weiteres empfohlen werden kann[3]). Hierbei werde ich immer zwei Bilder einander gegenüberstellen, und zwar ein Kurvenbild und eine Zahlentafel.

[1]) ETZ 56 (1935) H. 21, S. 597.
[2]) ETZ 56 (1935) H. 42, S. 1147, H. 44, S. 1192 u. S. 1221 d. Heftes.
[3]) Vgl. a. VDE-Fachberichte 1934, S. 135.

Abb. 1 zeigt die Belastungskurve einer Verzinnerei. Wir sehen die Werkbelastung vor Anwendung der Elektrowärme und als obere Kurve die Werkbelastung unter Verwendung von Elektrowärme. Um 4 h, also vor Arbeitsbeginn, wird die elektrische Anlage mit einem Anschlußwert von 100 kW eingeschaltet, die die Zinnbäder bis zum Flüssigwerden des Zinnes erhitzt. Um 6 h, bei Betriebs-

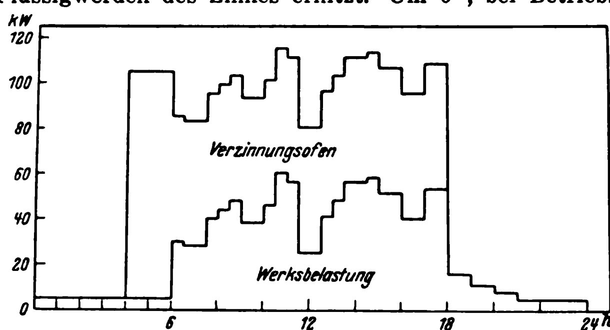


Abb. 1. Belastungskurve einer Verzinnerei mit elektrisch geheizten Verzinnungsöfen.

beginn, ist das ganze Zinnmaterial bereits geschmolzen. Die Bäder brauchen nur noch mit rd. 55 kW warmgehalten zu werden.

Zahlentafel 1. Belastungskurve einer Verzinnerei mit elektrisch beheizten Verzinnungsöfen.

	ohne Elektroofen	mit Elektroofen
Gesamt . . . kWh	181 800	412 800
Maximum . . kW	60	115
Benutzung . . h	3 020	3 580
Nachtstrom . . %	16,9	25,7

Das Ergebnis zeigt uns Zahlentafel 1. Die Kilowattstundenzahl steigt von 181 800 auf 412 800 im Jahr und der Nachtstrom von 16,9 auf 25,7 %, die Benutzungsdauer ist von 3020 h auf 3580 h erhöht.

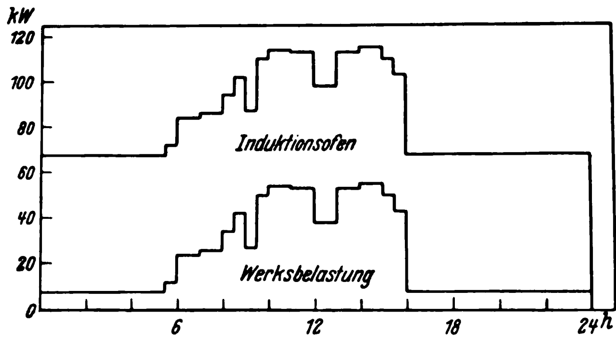


Abb. 2. Belastungskurve eines Messingwerkes mit Induktionsofen.

Abb. 2 zeigt uns ein Messingwerk, und zwar mit einem Induktionsofen. Der Ofen muß zum größten Teil Tag und Nacht arbeiten oder während der Nichtarbeitszeit warmgehalten werden. Wir erhalten also keine Verbesserung der Spitze. Das Ergebnis zeigt uns Zahlentafel 2. Die

Zahlentafel 2. Belastungskurve eines Messingwerkes mit Induktionsofen.

	ohne Elektroofen	mit Elektroofen
Gesamt . . . kWh	162 000	576 000
Maximum . . kW	55	115
Benutzung . . h	2 950	~5 000
Nachtstrom . . %	21,1	41,8

Kilowattstundenzahl steigt von 162 000 auf 576 000. Wir erhalten trotzdem eine bessere Benutzungsdauer von 2950 auf 5000 h und eine bedeutende Erhöhung des Nachtstromes (von 21,1 % auf 41,8 %).

Abb. 3 veranschaulicht ein Werk, in dem Aluminium umgeschmolzen wird, und zwar in einem Widerstandsofen in durchgehendem Betrieb. Wenn wir die Umschmelzung



nicht in durchgehendem Betrieb, sondern nur in der Nachtzeit vornehmen, erhalten wir ein Ergebnis, wie es in Abb. 4 dargestellt ist.

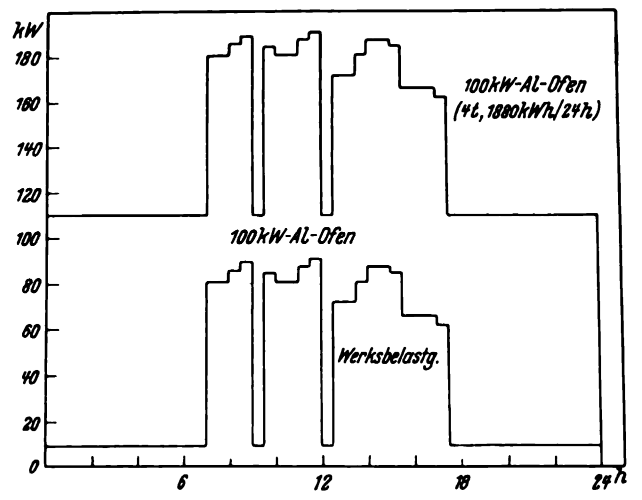


Abb. 3. Belastungskurve eines Aluminiumwerkes mit durchgehendem Ofenbetrieb.

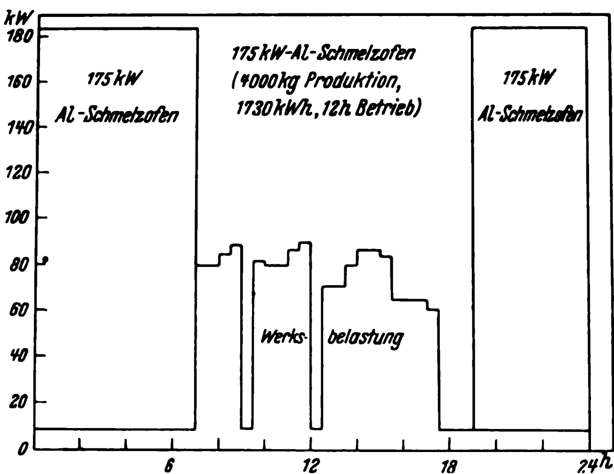


Abb. 4. Belastungskurve eines Aluminiumwerkes mit Elektroschmelzofen.

Zahlentafel 3. Belastungskurve eines Aluminiumwerkes mit durchgehendem Ofenbetrieb.

	ohne Elektroofen	mit Elektroofen
Gesamt. . . . kWh	262 500	826 500
Maximum. . . kW	90	190
Benutzung . . h	2 920	4 340
Nachtstrom . %	12,3	38,1

Zahlentafel 4. Belastungskurve eines Aluminiumwerkes mit Elektroschmelzofen.

	ohne Elektroofen	mit Elektroofen
		a) Nachtmax. nicht gezählt
Gesamt. . . . kWh	262 500	781 500 a) 781 500
Maximum. . . kW	90	184 a) 90
Benutzung . . h	2 920	4 360 a) 8 000
Nachtstrom . %	12,3	70,8 a) 70,8

In den Zahlentafeln 3 und 4 sind die Zahlen einander gegenübergestellt. Wird in durchgehendem Betrieb geschmolzen, dann erreichen wir eine Verbesserung von 262 500 auf 826 500 kWh (Zahlentafel 3). Schmelzen wir nur nachts, so erhalten wir 781 500 kWh. Der Nachtstrombedarf steigt auf 70,8 %. Wir ersehen aus dieser Gegenüberstellung, daß die Umstellung auf Nachtbetrieb erhebliche elektrowirtschaftliche Vorteile und damit Ersparnisse bringt.

Abb. 5 zeigt die Werkbelastung eines Metallwerkes mit Zementierungsanlage sowie Glühofen. Wird der Zementierofen am Anfang nicht mit voller, sondern geringerer Leistung eingeschaltet, dann würde der Vorgang etwas länger dauern, jedoch bis früh beendet sein können. Wir erhielten dann keine Spitzenerhöhung. Das normale

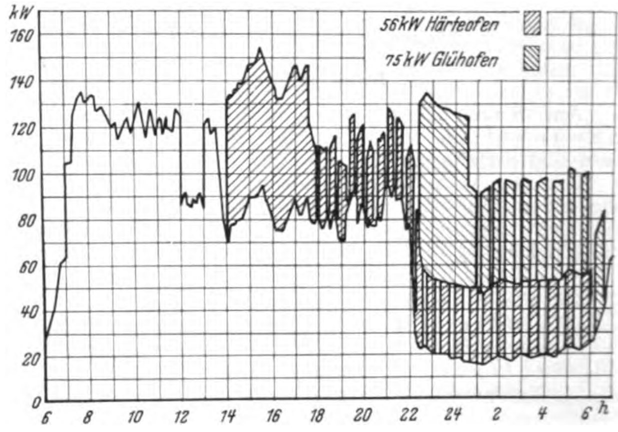


Abb. 5. Tagesbelastungskurve einer Fabrik.

Ergebnis mit Spitzenerhöhung zeigt uns Zahlentafel 5. Wir erhalten eine Steigerung des Nachtstromes von 27,9 auf 47,6 % und eine Erhöhung der Benutzungsdauer von 3820 auf 4785 h.

Zahlentafel 5. Eisenwerk mit Härte- und Glühofen.

	ohne Elektroöfen	mit Elektroöfen und zwar mit Härteofen	mit Elektroöfen und zwar mit Härte- u. Glühofen
Gesamt. . . . kWh	516 000	636 000	732 000
Maximum. . . kW	135	153	153
Benutzung . . . h	3 820	4 160	4 785
Nachtstrom . . %	27,9	39,7	47,6

Ich möchte sodann noch darauf hinweisen, daß es möglich ist, mittels der Elektrowärme bestimmte Höchstbelastungen in Sperrzeiten einzuhalten. Wir sehen in Abb. 6 die Kurven eines Metallwerkes mit ungefähr 50 %

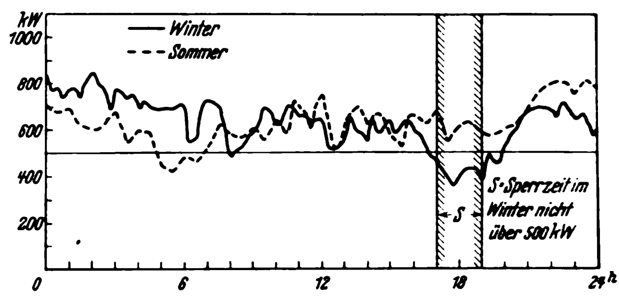


Abb. 6. Belastung eines Metallwerkes mit etwa 50 % Elektrowärme.

Elektrowärme, und zwar eine Winter- und eine Sommerkurve. Es ist die Bedingung aufgestellt, daß in der Zeit von 17 bis 19 h während 6 Wochen im Winter das Maximum 500 kW nicht überschreiten darf. Wir sehen, daß es ohne weiteres möglich ist, durch Abschalten der verschiedenen Öfen die Bedingung einzuhalten. Dabei braucht man im Sommer, wo wir mit der Maximalbelastung nicht eingeschränkt sind, diese Vorsorge nicht. Das Werk hat außerdem eine Anzeigevorrichtung gebaut, die bei Erreichung eines einstellbaren Maximums in der Werkstatt ein Richtzeichen gibt. Wird das Maximum länger als ¼ h überschritten, so gilt für die Stromberechnung das neue Maximum. Um das zu vermeiden, wird man beim Aufleuchten der roten Lampe einen Ofen ausschalten. Nach einer gewissen Zeit schaltet man den Ofen wieder ein. Die Belastung bleibt dann meist unter dem vorgeschriebenen Maximum. Die Temperaturabnahme ist in dem Elektroofen sehr gering, so daß man meistens bis zu 2 h ausschalten kann ohne nachteilige Wirkung auf das Glühgut. Man hat durch diese Anordnung die Benutzungsdauer von 2800 auf 4200 h erhöhen können.

Abb. 7 zeigt die Belastungskurve eines Elektrizitätswerkes. Wir haben hier den ungünstigen Fall eines aus-

gesprochenen Lichtwerkes. Ich habe nun vorgesehen, daß man von 6 bis 16 h einen kleinen Glühofen, von 7 bis 16 h eine Gießerei, von 7 bis 13 h eine Metallgießerei und von

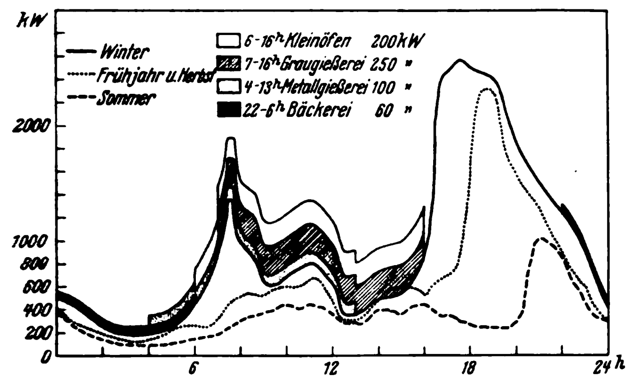


Abb. 7. Belastung eines Elektrizitätswerkes mit Elektrowärmeverbrauchern.

22 bis 6 h eine Speicherbäckerei einschaltet. Durch diese Zusammenschaltung wird die Benutzungsdauer von 1960 auf 2700 erhöht. Dabei braucht man nicht zu befürchten, daß durch die Frühspitze ein weiteres Maximum im Winter auftritt.

Bei jedem größeren Anschluß sollte sich das Elektrizitätswerk überlegen, ob es möglich ist, ohne Sperrzeit auszukommen oder wie die Sperrzeit zu legen ist. Wenn Stromerzeuger und Stromabnehmer Hand in Hand arbeiten und auch den guten Willen haben, eventuelle Umstellungen vorzunehmen, dann wird es nach meiner festen Überzeugung möglich sein, die Elektrowärme nicht nur im Interesse der Fabrikation, sondern auch im Interesse der Elektrizitätswerke zu verwenden und eine Verbilligung zu erreichen. Damit würden wir der deutschen Industrie nutzen; und wenn wir der Industrie nutzen, nutzen wir auch unserem lieben Vaterland. (Beifall.)

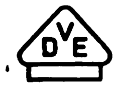
Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.



Betr.: Installations-Selbstschalter.

Lt. Mitteilung des Elektrischen Prüfamts 3 in München entsprechen die nachstehend aufgeführten Installationsselbstschalter den seit dem 1. 7. 1930 geltenden Leitsätzen des VDE für Installationsselbstschalter (VDE 0640/1930):

Sockel-JS-Schalter der Firma Sursum Elektrizitätsgesellschaft m. b. H., Nürnberg, Form RISt für 6, 10 u. 15 A, 250 V Gleichspannung, 380 V Wechselspannung, für rückwärtigen Bolzenanschluß oder vorderseitigen ungeschützten Klemmenanschluß (für versenkten oder sonst geschlitzten Einbau), mit thermischer, elektromagnetischer und Freiauslösung, Sockel und Kappe aus Preßstoff.

Prüfzeit: September 1935.

Für Installationsselbstschalter wird bekanntlich die Genehmigung zur Benutzung des VDE-Zeichens noch nicht erteilt. Installationsselbstschalter, welche lt. Gutachten des Elektrischen Prüfamtes 3 in München den obenerwähnten Leitsätzen entsprechen, können aber ebenso als verbandsmäßig angesehen werden wie andere Geräte, deren Übereinstimmung mit den VDE-Vorschriften von der VDE-Prüfstelle durch Erteilung der Zeichengenehmigung anerkannt worden ist.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

IEC

Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch.

Wir machen darauf aufmerksam, daß die IEC demnächst das Internationale Elektrotechnische Wörterbuch herausgeben wird. Das Internationale Wörterbuch enthält als Ergebnis jahrzehntelanger Gemeinschaftsarbeit etwa 2000 Begriffserklärungen aus dem gesamten Gebiet der Elektrotechnik in englischer und französischer Sprache. Die Fachausdrücke selbst sind außer in diesen beiden Sprachen noch in Deutsch, Italienisch, Spanisch und versuchsweise in Esperanto angegeben. Der Preis des Internationalen Wörterbuches wird vorläufig zu 25 bis 30 frz. Fr. geschätzt. Wir bitten alle interessierten Stellen, insbesondere Körperschaften, Büchereien usw. um Angabe bis zum 30. 11. 1935, ob und wieviel Ausfertigungen gewünscht werden. Der endgültige Preis richtet sich nach der Anzahl der eingegangenen Bestellungen.

Es wird jedoch schon jetzt darauf hingewiesen, daß die für die Beschaffung des Internationalen Wörterbuches erforderlichen Devisen später durch die einzelnen Besteller selbst angefordert werden müssen. Nähere Angaben hierüber werden wir den Interessenten noch zugehen lassen.

Deutsches Komitee der IEC, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.

IEC

8. Volltagung der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) in Scheveningen und Brüssel sowie Sitzungen einzelner Ausschüsse in Prag.

(2. Fortsetzung von S. 1164.)

Ausschuß 8. Genormte Spannungen, Genormte Ströme, Hochspannungsisolatoren.

(Fortsetzung.)

B. Sitzung in Brüssel: 24. bis 26. 6. 1935.

Vorsitz: Uytborck (Belgien).
Schriftführung: Dalla Verde (Italien).

1. Genormte Nennspannungen.

(a) Nennspannungen unter 100 V.

Die auf die Beschlüsse der Prager Sitzung (Oktober 1934) erfolgten Eingaben der nationalen Ausschüsse wurden eingehend erörtert; dabei ergaben sich folgende Änderungen gegenüber den in Prag festgelegten Spannungswerten:

Für Gleich- und Wechselstrom werden gesonderte Reihen aufgestellt.

Bei Gleichstrom wird entsprechend einem früheren deutschen Antrag die wenig gebräuchliche Spannung 32 V fortgelassen, ferner 42 V durch 40 V ersetzt. Neu aufgenommen wird der Wert 48 V. Entgegen den von Deutschland geäußerten Bedenken werden vorläufig die Spannungswerte 60 und 80 V gestrichen, da in den meisten übrigen Ländern kein Bedarf hierfür vorzuliegen scheint.

In der Wechselstromtafel wird auf französischen Antrag bei Spannungen über 6 V eine Stufung der einzelnen Spannungswerte mit dem Faktor $\sqrt{3}$ bzw. einem Vielfachen davon vorgesehen.

Demnach wurde folgende Tafel vorläufig angenommen.



Nennspannungen in Volt	
Gleichstrom	Wechselstrom (Einphasen-, Zweiphasen-, Dreiphasen-Strom)
2	2
4	4
6	6
12	14/24
24	24/42
40	
48	42/72
72	

Da diese neue Tafel eine erhebliche Abänderung gegenüber den in Prag beschlossenen Werten bedeutet, soll sie auf Antrag des deutschen Vertreters den nationalen Ausschüssen unter der 6-Monats-Regel nochmals zur Rückäußerung zugeleitet werden.

(b) Nennspannungen für Gleichstrom-Bahnanlagen.

In Übereinstimmung mit Veröffentlichung 48 des Ausschusses 9 für elektrische Bahnausrüstung wurden hierfür als Spannungswerte auf der leistungsabgebenden Seite der Unterwerke endgültig angenommen:

Reihe I:	600	1200	2400 V,
Reihe II:	750	1500	3000 V.

Für neue Anlagen wird Reihe II empfohlen.
Zulässige Spannungsänderungen: + 20 % und — 33⅓ %.

(c) Neubearbeitung der IEC-Spannungsnormen (Veröffentlichung 38).

Bei der Neuauflage der im Jahre 1927 herausgegebenen IEC-Veröffentlichung 38 werden gegenüber der früheren Fassung folgende Änderungen vorgenommen:

Neu aufgenommen werden die unter (b) angegebenen Nennspannungen für Gleichstrom-Bahnanlagen.

In der bisherigen Tafel I der Nennspannungen über 1 kV werden gemäß den Beschlüssen von Prag die Werte 120 kV und 400 kV in der ersten Spalte (mittlere Spannung am Stromverbraucher) bzw. 132 kV und 440 kV in der zweiten Spalte (Spannung am Stromerzeuger) neu aufgenommen.

Die zweite Spalte der bisherigen Tafel I erhält die Überschrift:

„Höchste Spannung von Generatoren und Sekundärklemmen von Transformatoren, sofern nichts anderes vereinbart ist."

Der einleitende Satz zur Tafel erhält folgende Fassung:

„Sofern nichts anderes vereinbart ist, soll die um 10 % erhöhte Nennspannung als höchste Spannung an den Generatoren und an den Sekundärklemmen von Transformatoren gelten."

Am Anfang der Veröffentlichung 38 wird folgende Bemerkung neu aufgenommen:

„Die in den Tafeln niedergelegten Spannungswerte schließen nicht aus, daß in den Ländern, wo andere Spannungswerte stark verbreitet sind, diese verwendet werden können. Die Spannungswerte der folgenden Tafeln werden besonders für neue Anlagen empfohlen."

Der mit diesen Änderungen versehene Neuentwurf der Veröffentlichung 38 wurde dem „Committee of Action" während der Tagung zur Annahme vorgelegt.

Entsprechend den Ausführungen unter (d) werden die Nennspannungen unter 100 V in der Neuausgabe noch nicht bzw. als noch der Genehmigung der Länderausschüsse gemäß der 6-Monats-Regel unterliegend aufgeführt.

2. Genormte Nennströme.

Gegen die in Prag aufgestellte Zahlenreihe genormter Nennströme (vgl. Bericht über die Prager Sitzung) waren wesentliche Einwände deutscher- und schweizerseits erfolgt. Das deutsche Komitee hatte vorgeschlagen, die in Prag aufgestellten, mit einigen Änderungen versehenen Stromwerte als Auswahlnormenreihe anzunehmen und außerdem für die einzelnen Anwendungsgebiete wie Schaltgeräte, Zähler, Stromwandler, Meßgeräte entsprechend dem jeweiligen Bedarf Sonderstromreihen festzulegen; diese sollten eine begrenzte Zahl von Nennströmen aus der Auswahlnormenreihe enthalten.

Der schweizerische Vertreter wiederholte seinen früheren, von Frankreich unterstützten Vorschlag, für die verschiedenen Anwendungsgebiete die normalen Stromstärken nach einer geometrischen Reihe (5er-Reihe : Intervall $\sqrt[5]{10}$, und bei noch feinerer Abstufung 10er-Reihe : Intervall $\sqrt[10]{10}$) auszuwählen. Diese Normalzahlenreihe sei als Grundlage für jede neue Normung von der Internationalen Normenvereinigung (ISA) 1934 in Stockholm angenommen worden.

Nach längerer Erörterung wurde beschlossen, den deutschen und schweizerischen Vorschlag den nationalen Ausschüssen zur weiteren Beratung bis zur nächsten Sitzung zu überweisen.

3. Anzapfungen von Transformatoren.

Der IEC-Ausschuß 2 für Maschinen und Transformatoren hatte in seiner Sitzung in Scheveningen beschlossen, als normalen Bereich der einzelnen Spannungsstufen ± 2,5 % der Nennspannung oder ein Vielfaches hiervon zu wählen. Diesem Beschluß wird seitens des Ausschusses 8 zugestimmt.

4. Verstärkte Isolation (Prüfspannung für Durchführungsisolatoren).

Zur Erörterung stand nochmals die Frage, welche Prüf- und Überschlagspannungen für die Fälle festgelegt werden sollten, in denen die Formel von Bellagio: $U_p = 2\,U + 10\,\text{kV}$; $U_ü = 1{,}05\,U_p$ zu niedrige Werte ergibt (vgl. Bericht über die Prager Sitzung). Das Deutsche Komitee hatte hierfür die VDE-Formel: $U_p = 2{,}2\,U + 20\,\text{kV}$; $U_ü = 1{,}1\,U_p$, das Tschechische Komitee die um 15 % erhöhten Werte nach der Formel von Bellagio vorgeschlagen.

Der schwedische Vertreter wiederholte seinen früheren Vorschlag, von einer Formel der Prüf- und Überschlagspannung in Abhängigkeit von der Nennspannung abzusehen und lediglich eine Liste von Überschlagspannungen festzulegen. Dieser Vorschlag wurde auch von den Vertretern einiger anderer Länder unterstützt. Eine Zusammenstellung des schwedischen Komitees zeigte, wie unterschiedlich zur Zeit die in den einzelnen Ländervorschriften festgelegten Regenüberschlagspannungen sind.

Es wurde festgestellt, daß die Frage der verstärkten Isolation zunächst nur mit Rücksicht auf die Durchführungsisolatoren erörtert werde. Wegen der uneinheitlichen Anschauungen konnte jedoch bezüglich der erhöhten Prüf- und Überschlagspannungen auch in dieser Sitzung noch kein Beschluß gefaßt werden. Die Frage der verstärkten Isolation und der Aufstellung einer Liste der Überschlagspannungen wurde nochmals an die nationalen Ausschüsse verwiesen. Als Grundlage für die Isolationsfestigkeit von Freileitungsisolatoren soll jedoch nach wie vor als Mindestwert die Formel von Bellagio für die Prüfspannung $U_p = 2\,U + 10\,\text{kV}$ und für die Überschlagspannung $U_ü = 1{,}05\,U_p$ beibehalten werden.

5. Internationale Prüfvorschriften für Porzellanisolatoren.

Zu dem in der Sitzung des Ausschusses 8 in Prag (Oktober 1934) behandelten Entwurf Internationaler Prüfvorschriften von Porzellanisolatoren, der den nationalen Ausschüssen gemäß der 6-Monats-Regel zur Zustimmung zugeleitet war, lagen eine Reihe von Einsprüchen und Abänderungsvorschlägen vor. Diese wurden in der Sitzung eingehend behandelt; es gelang jedoch nicht in allen Punkten, eine Einigung zu erzielen, so daß der oben erwähnte Prüfvorschriftenentwurf noch nicht, wie eigentlich beabsichtigt, jetzt schon als IEC-Veröffentlichung herausgegeben werden konnte.

Insbesondere müssen u. a. noch folgende Punkte geklärt werden:

A. Typenprüfung.

(a) Höhe der Prüfspannung bei der elektrischen 1-min-Prüfung im Verhältnis zur spezifizierten bzw. gewährleisteten Überschlagspannung.
(b) Ölbeschaffenheit bei der Durchschlagsprüfung.
(c) Größe und Dauer der Laststeigerung bei der mechanischen und elektromechanischen Prüfung.
(d) Einführung einer Fallprüfung zur Bestimmung der Festigkeit von Glasur und Masse.
(e) Bedeutung der elektrischen Stoß- und Hochfrequenzprüfung als Stück- oder als Typenprüfung.



B. Stückprüfungen.

Höhe der Prüflast bei der mechanischen Stückprüfung.

C. Allgemeines.

(a) Leistung des Prüftransformators.
(b) Meßverfahren für die Spannungsmessung bei der Prüfung.

Diese Fragen sollen teilweise durch schon bestehende oder eigens hierzu eingesetzte Unterausschüsse geklärt, teilweise den nationalen Ausschüssen zur Stellungnahme zugeleitet werden.

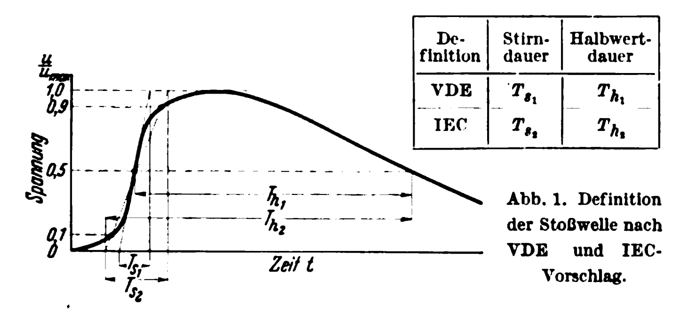
6. Hochfrequenz- und Stoßprüfung.

Der in Prag eingesetzte Unterausschuß zur Aufstellung von Internationalen Regeln für Stoßprüfung hatte seine zweite Sitzung im März d. J. in Brüssel abgehalten. Die vorzüglich durchgearbeiteten Vorschläge dieses Unterausschusses, die vorher den nationalen Ausschüssen zugegangen waren, wurden in der Sitzung vorgelegt und mit unwesentlichen Änderungen angenommen.

Im folgenden wird kurz auf die wichtigsten Unterschiede dieser IEC-Definitionen und Richtlinien für die Stoßprüfung gegenüber den VDE-Leitsätzen für die Prüfung mit Spannungsstößen (VDE 0450/1933)[5]) hingewiesen:

(a) Definition der Wellenform.

Während nach den deutschen Leitsätzen die Stirndauer auf den halben Scheitelwert bezogen wird, ist



Definition	Stirndauer	Halbwertdauer
VDE	T_{s_1}	T_{h_1}
IEC	T_{s_2}	T_{h_2}

Abb. 1. Definition der Stoßwelle nach VDE und IEC-Vorschlag.

diese nach IEC-Vorschlag definiert als 1,25facher Wert der Zeitdauer zwischen dem 0,1- und dem 0,9fachen des Scheitelwertes (Abb. 1). Nach dieser Bezeichnungsweise ergibt sich für die üblichen genormten Wellen eine Stirndauer, die etwa gleich dem doppelten Wert nach deutscher Definition ist.

Die Halbwertdauer ist nach den deutschen Leitsätzen die Zeit, während der die Spannung die Hälfte des Scheitelwertes übersteigt, während sie nach IEC-Entwurf annähernd vom Beginn des Stoßes ab bis zu 50 % des Scheitelwertes auf dem Rücken der Welle gerechnet wird (vgl. Abb. 1). Der Unterschied nach beiden Bezeichnungsweisen ist gering, namentlich bei den üblichen Wellen, wo das Verhältnis Halbwertdauer zu Stirndauer groß ist.

Ein weiterer Unterschied der IEC-Vorschläge gegenüber den deutschen Leitsätzen besteht darin, daß der IEC-Entwurf überlagerte Hochfrequenzschwingungen bis zu 5 % des Scheitelwertes der Stoßwelle gestattet, während diese Toleranz nach den deutschen Bestimmungen nicht zugelassen ist.

Im übrigen sind die Definitionen des IEC-Entwurfs noch etwas weitergehend als die der VDE-Leitsätze; z. B. sind darüber hinausgehend noch folgende Begriffe enthalten:

Volle Stoßwelle (Full impulse voltage), abgehackte Stoßwelle (Chopped impulse voltage = Welle, bei der der Überschlag an irgendeinem Punkt entweder auf der Wellenstirn oder auf dem Wellenrücken stattfindet), Stoßdurchschlagspannung und außer dem Stoßfaktor für Überschlag auch ein solcher für Durchschlag, ferner Überschlagsverzug und Durchschlagsverzug.

(b) Genormte Stoßwellen.

Als genormte Stoßwelle wird nach IEC-Entwurf für Prüfzwecke eine Welle mit 1 μs Stirndauer und 50 μs Halbwertdauer (1/50 Welle) empfohlen. Diese entspricht unter Berücksichtigung des unter (a) Gesagten etwa der in Deutschland genormten Stoßwelle 0,5/50.

Die deutschen Leitsätze sehen außer dieser genormten Stoßwelle noch einige vorzugsweise zu benutzende Wellen, nämlich: 1/100, 2/200, 5/500, sowie Wellen mit einer Halbwertdauer von 5, 10, 20 μs vor, wogegen die IEC empfiehlt, möglichst wenige Wellenformen zu normen; für wissenschaftliche Untersuchungen wurden jedoch noch die beiden Wellen 1/5 μs und 1/500 μs vorgesehen.

Während in Deutschland keine Toleranzen auf die Wellenform festgelegt sind, hat die IEC solche von $\pm$ 50 % auf die Stirndauer und $\pm$ 20 % auf die Halbwertdauer zugestanden. Für die Festlegung dieser verhältnismäßig großen Toleranzen, gegen die von deutscher Seite zunächst Bedenken geltend gemacht wurden, sprachen hauptsächlich folgende Gründe:

Bei der genauen Einstellung kurzer Wellen treten oft Schwierigkeiten auf; außerdem sollte durch Zulassung einer größeren Toleranz die in den V. S. Amerika genormte Stoßwelle 1,5/40 mit unter die genormte IEC-Welle einbezogen werden können. Schließlich dienen die vorliegenden Regeln in erster Linie geschäftlichen Zwecken, wobei die für wissenschaftliche Untersuchungen wünschenswerte Genauigkeit nicht erforderlich ist.

(c) Allgemeine Richtlinien für die Stoßprüfung.

Die hinsichtlich der Schaltung und Anordnung des Stoßkreises zu beachtenden Richtlinien stimmen nach IEC-Entwurf und VDE-Leitsätzen ziemlich weitgehend überein. Die Angaben bezüglich der Messung der Wellenform sind im IEC-Entwurf weitergehend als nach VDE. Die IEC sieht als zuverlässiges Gerät für die Messung der Wellenform in erster Linie den Kathodenstrahl-Oszillograph (K.-O.) vor.

Die Berechnung der Welle aus den Konstanten des Stoßkreises ist auf deutschen Antrag hin auch zugelassen, jedoch wird eine Kontrolle der Wellenform mit dem K.-O. empfohlen.

Der IEC-Entwurf enthält noch einige weitere Angaben über die Verwendung der Kugelfunkenstrecke und des K.-O. für die Messung der Stoßprüfspannung. Die Kugelfunkenstrecke eignet sich zur Messung in den Fällen, wo der Überschlag entweder im Scheitelwert oder auf dem Rücken der Welle erfolgt. Bei der Messung ist aber auf die Polarität der Stoßwelle Rücksicht zu nehmen. Die Verwendung des K.-O. mit geeichtem Spannungsteiler wird als besonders geeignete Methode bei Überschlägen auf der Wellenstirn empfohlen.

Nachdem nunmehr die Definitionen und allgemeinen Richtlinien fertiggestellt sind und die Zustimmung des Ausschusses gefunden haben, soll sich der Unterausschuß für Stoßprüfung mit der Ausarbeitung von Regeln für Stoßprüfung von Isolatoren befassen. Eine Sitzung dieses Unterausschusses hat bereits im September in Arnhem stattgefunden.

7. Eichtafeln für Kugelfunkenstrecken.

Die Besprechung über diesen Gegenstand fand als gemeinsame Sitzung der interessierten Vertreter der IEC-Ausschüsse Nr. 2 Maschinen und Transformatoren und Nr. 8 Spannungen, Hochspannungsisolatoren in Scheveningen unter Vorsitz von Feldmann (Holland) statt.

A. Festlegung vorläufiger IEC-Normen.

Es lag ein gedruckter, den nationalen Komitees in mehreren Vorentwürfen bereits zugegangener Schlußentwurf von IEC-Regeln für Spannungsmessungen mit der Kugelfunkenstrecke vor, der sich grundsätzlich noch auf die AIEE-Standards Nr. 4 vom Jahre 1928 bezog (Prager Sitzung Oktober 1934: ETZ 56 (1935) S. 1164). Zur Erörterung stand, ob dieser Entwurf bereits jetzt als IEC-Regel veröffentlicht werden sollte. Nach eingehender Aussprache wurde beschlossen, zwar schon jetzt vorläufige Normen herauszugeben, die jedoch in folgenden Punkten gegenüber dem vorerwähnten Schriftstück 2 (Secretariat) 230 / 8 (Secretariat) 249 geändert wurden, bevor sie dem Committee of Action während der Tagung zur Annahme vorgelegt wurden (inzwischen erschienen als IEC-Veröffentlichung 52):

a) Die IEC-Regeln sollen sich vorläufig nur auf einpolig geerdete Anordnungen beziehen.

[5]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 522.



b) Die IEC-Regeln gelten vorläufig nur für Betriebsfrequenz.

c) Die Eichwerte sollen als Scheitelwerte, nicht als Effektivwerte angegeben werden, um ihre spätere Gültigkeit auch für Stoßspannungen negativer Polarität ohne weiteres zu ermöglichen.

d) Die Eichwerte sollen, wie bereits im bisherigen Entwurf vorgesehen, nur bis zu einem Verhältnis von Schlagweite zu Kugeldurchmesser gleich 0,75 aufgenommen werden.

e) Auch für Kugeln von 100 cm Durchmesser sollen Eichwerte mit aufgenommen werden.

f) An Stelle der dem bisherigen Entwurf zugrunde liegenden Werte nach AIEE-Standard Nr. 4, 1928, sollen die von dem amerikanischen Unterausschuß für Kugelfunkenstrecken (Vorsitz P. L. Bellaschi) neu vorgeschlagenen Werte[6]) aufgenommen werden, denen die neueren Arbeiten der Westinghouse Electric & Mfg. Company (Bellaschi, Mc. Auley) und der General Electric (Meador) zugrunde liegen. Diese neuen Werte stimmen insbesondere auch für große Kugeldurchmesser viel besser untereinander überein (Abweichung höchstens bis ± 3 %, gegenüber mindestens ± 10 % bei den alten auf Grund der Peekschen Formel berechneten AIEE-Werten von 1928).

g) Nur die Werte für Kugeln von 25, 50, 75 und 100 cm Durchmesser sollen durch die neuen amerikanischen Werte ersetzt werden, da für kleinere Kugeldurchmesser die alten amerikanischen Werte genügend genau erscheinen.

[6]) „First Draft of Recommended Sphere-Gap Calibration Standards" (vom 15. 5. 1935).

B. Versuchsplan für weiter anzustellende Vergleichsmessungen.

Um die noch vorhandenen Unstimmigkeiten und Ungenauigkeiten in den als vorläufige Normen aufgestellten IEC-Eichtafeln zu beseitigen, hatte das deutsche Komitee (vgl. Bericht über die Prager Sitzung) einen eingehend durchgearbeiteten Versuchsplan über weiter auszuführende Vergleichsmessungen aufgestellt[7]).

Der deutsche Vertreter faßte die wesentlichsten Punkte dieses Versuchsplans wie folgt zusammen:

a) Bestimmung des tatsächlichen Verlaufs der Eichkurven unter Berücksichtigung der Toeplerschen Knickstelle[8]).

Hierzu wird es von deutscher Seite für dringend wünschenswert bezeichnet, wenn die Richtigkeit der Toeplerschen Knickstelle auch von anderen Ländern nachgeprüft werden würde. Weiterhin seien Vergleichsmessungen mit der Käfigfunkenstrecke erwünscht.

b) Bestimmung der absoluten Spannungswerte für diese Eichkurven.

Hierzu könnten die neueren amerikanischen Werte bereits als ausgezeichnete Grundlage angesehen werden. —

Der Vorsitzende dankt für die umfangreichen deutschen Vorarbeiten und bittet auch seinerseits die Vertreter der nationalen Ausschüsse, in möglichst vielen Ländern entsprechende Vergleichsversuche vorzunehmen; die Vertreter Italiens und der Schweiz stellen ihre Mitarbeit bereits in Aussicht.

Berichter: Jacottet VDE, Weicker VDE.

(Fortsetzung folgt.)

[7]) Der deutsche Versuchsplan 2 (Germany) 225 = 8 (Germany) 131 wurde in dankenswerter Weise in der Hauptsache von den Herren Dr. Weicker VDE, Hermsdorf/Thür., Prof. Binder VDE, Dresden, sowie Prof. Toepler VDE, Dresden, ausgearbeitet.

[8]) ETZ 53 (1932) S. 1219 und 54 (1933) S. 911.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Düsseldorf (gemeinsam mit der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft, Gau Rheinland und Westfalen). 12. 11. (Di), 20 h, „Gesellschaft Verein": 1. „Die neueste Entwicklung der Nachrichtentechnik bei der DRP." Oberpostrat Clouth. 2. „Gutes Licht, gute Arbeit."

VDE, Gau Thüringen, Erfurt (gemeinsam mit dem VDI). 12. 11. (Di), 20 h, Realgymnasium: „Schone dein Auge." Dipl.-Ing. Sick.

VDE, Gau Ruhr-Lippe, Essen. 13. 11. (Mi), 19 h 30 m, Höh. Staatslehranst. Hagen: „Betriebsverhalten von Kondensatoren in Starkstromnetzen." Dipl.-Ing. Moser.

VDE, Gau Halle. 11. 11. (Mo), 20 h 15 m, Bierhaus Engelhardt: „Die Saaletalsperren." Oberbaurat Dr.-Ing. H. Kyser VDE.

VDE, Gau Niedersachsen, Hannover. 12. 11. (Di), 20 h 15 m, T. H.: „Lichttechn. Projektierung und Kontrolle von Beleuchtungsanlagen." Dipl.-Ing. Voth.

VDE, Gau Köln. 15. 11. (Fr), 20 h, Lese-Gesellschaft: „Das deutsche Fernschreibnetz für Teilnehmerverkehr." Postrat H. Stahl VDE.

VDE, Gau Nordbayern, Nürnberg. 8. 11. (Fr), 20 h, Vortragsaal der SSW: „Schone dein Auge." Dipl.-Ing. Häfner.

VDE, Gau Württemberg, Stuttgart. 13. 11. (Mi), 20 h, Landesgewerbemuseum: „Das Licht als Werkzeug." Prof. Dr. R. Weigel VDE.

Außeninstitut der Technischen Hochschule, Berlin (in Gemeinschaft mit dem Bezirksverein Deutscher Ingenieure). 6 Vorträge über Kunststoffe.

1. Siehe H. 44, S. 1212.
2. 14. 11. (Do), 18 h 30 m, Alter Physiksaal: „Die Verarbeitung der Kunstharze." Obering. W. Mehdorn.
3. 21. 11. (Do), 18 h 30 m, Alter Physiksaal: „Plastische Massen auf der Basis Zellulose und Kohlenwasserstoff." Dir. Dr. G. Leysieffer.
4. 28. 11. (Do), 18 h 30 m, Alter Physiksaal: „Die Kunstharze in der Elektrotechnik." Dr.-Ing. R. Holm.

Angaben über die Vorträge am 5. u. 12. 12. folgen in H. 46.

Verein Deutscher Chemiker, Berlin. 18. u. 19. 11. (Mo u. Di): 5. Korrosionstagung, Langenbeck-Virchow-Haus zu Berlin. Hauptthema: „Korrosion durch kaltes Wasser." 18 Vorträge mit Diskussion. Auskunft erteilt die Geschäftsstelle (Berlin W 35, Potsdamer Str. 103 a).

PERSÖNLICHES.

Knud Nielsen †.

Mitten aus vollem Schaffen wurde am 18. 10. 1935 Dr.-Ing. E. h. Knud Nielsen, der Vorsitzende des Vorstandes der Preußische Elektrizitäts-AG., Berlin, im 58. Lebensjahre nach kurzer Krankheit durch den Tod abberufen. Knud Nielsen war in Kopenhagen als Sohn eines Oberstabsarztes geboren worden und erhielt seine Ausbildung in Dänemark, England und den V. S. Amerika. Deutschland wurde seine zweite Heimat, die deutsche Staatsangehörigkeit erwarb Knud Nielsen im Juli 1914. Er war damals als Kraftwerksleiter bei der Siemens Elektrische Betriebe AG. tätig; seiner Tatkraft verdankt dieses Unternehmen, das sich auch im Ausland betätigte, sein Weiterbestehen nach dem Kriegsende und seine Aufwärtsentwicklung. Als 1925 der Preußische Staat die Aktienmehrheit erwarb und der Name der Gesellschaft in Nordwestdeutsche Kraftwerke AG. umgewandelt wurde, blieb Knud Nielsen in seiner Stellung, hinfort ein treuer Berater der preußischen Elektrizitätswirtschaft. Im Jahre 1933 trat er als Vorsitzender in den Vorstand der Preag ein.

Besondere Sorge widmete Knud Nielsen der Torfgewinnung und Verwertung Ostfrieslands, die er zu höchster Vollkommenheit ausbaute. Die von ihm geschaffenen Anlagen im Wiesmoor brachten ihm und seinem Werke Weltruf. In Anerkennung seiner hohen Verdienste verlieh ihm die T. H. Charlottenburg die Würde eines Dr.-Ing. E. h. Die hervorragenden menschlichen Eigenschaften des Verstorbenen und ein großes fachliches Können sowie seine unermüdliche Tatkraft im fortschrittlichen Wirken befähigten ihn, das leuchtende Vorbild eines Betriebsführers und selbstloser Pflichterfüllung zu sein. Sein Eintreten für Recht und Wahrheit sicherte ihm das Vertrauen und die Treue seiner Gefolgschaft.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel

Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 1. November 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.



Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang Berlin, 14. November 1935 Heft 46

Breitbandkabel mit neuartiger Isolation.

Von H. F. Mayer und E. Fischer VDE, Berlin.

621. 39. 025. 6 : 621. 315. 221. 017

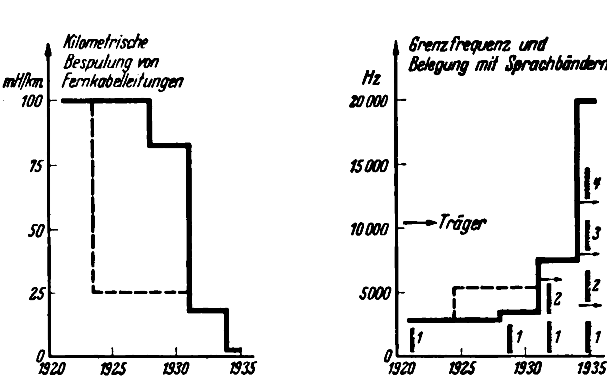
Übersicht. Es werden Kabel mit neuartiger Isolation beschrieben, die infolge ihrer kleinen Verluste bei hohen Frequenzen zur Übertragung sehr breiter Frequenzbänder, insbesondere für die Zwecke des Fernsehens, geeignet sind*).

Bei der Entwicklung der Fernkabeltechnik ist deutlich ein Streben nach immer breiteren Frequenzbändern erkennbar. Die ersten Leitungen des deutschen Normal-Fernkabelnetzes von 1921 übertrugen ein Frequenzband von 300 bis 2100 Hz und waren mit 200 mH-Spulen im Abstand von 2 km belastet. 1924 wurde für den Weitverkehr eine Pupinisierung mit 50 mH in 2 km Abstand eingeführt, die es gestattete, ein Frequenzband von 300 bis 2500 Hz ohne wesentliche Phasenverzerrung zu übertragen. 1928 bis 1931 wurde der Spulenabstand auf 1,7 km, die Spuleninduktivität von 200 mH auf 140 mH und von 50 mH auf 30 mH herabgesetzt. Hierdurch wurde der Übertragungsbereich der schwerer bespulten Leitungen auf 300 bis 2400 Hz erweitert. Der Übertragungsbereich der leicht bespulten Leitungen (30 mH) wurde bis 6000 Hz erweitert, so daß neben dem niederfrequenten Sprachband noch ein trägerfrequentes Sprachband übertragen werden kann[1]). Schließlich enthalten die wichtigsten Fernkabel seit 1933 außerdem noch eine Leitungsart für den Weltverkehr, bei der die Spuleninduktivität nur noch 3,2 mH beträgt. Diese Leitungen übertragen ein Frequenzband bis 15 000 Hz und werden mit einem niederfrequenten Sprachband und drei trägerfrequenten Sprachbändern ausgenutzt[1]). Aus Abb. 1 ist zu ersehen, wie die durch die Bespulung eingeführte kilometrische Induktivität im Laufe der Entwicklung abgenommen hat. Ferner ist dargestellt, wie sich hierdurch die Grenzfrequenz der Leitungen und damit der Übertragungsbereich und die Zahl der übertragenen Sprachkanäle vergrößert hat. Diese Entwicklung der Pupinleitungen hatte das Ergebnis, daß nicht nur bessere Übertragungseigenschaften und größere Reichweiten, sondern infolge der Mehrfachausnutzung auch wirtschaftliche Vorteile gegenüber den älteren Fernkabelleitungen erzielt wurden.

Das Bestreben, die einzelnen Leitungen für breite Übertragungsbereiche zu bemessen und mehrfach auszunutzen, führt schließlich zu einem Fernkabeltyp, der letzten Endes nur noch aus einer einzigen Leitung besteht, auf der alle Gespräche frequenzmäßig nebeneinander untergebracht sind. Solche Leitungen erfordern dann entsprechend der Zahl der Sprachbänder einen sehr breiten Übertragungsbereich[2]). Einen weiteren Anstoß zur Entwicklung von Kabelleitungen sehr breiten Übertragungsbereichs brachte das Fernsehen[3]). Die heutige Fernsehtechnik fordert die Übertragung eines Frequenzbandes von 500 kHz Breite. Bei den in der Entwicklung befindlichen Fernsehsystemen ist sogar ein Band von 2000 kHz Breite in Aussicht genommen.

Um dieser Entwicklung Rechnung zu tragen, sind in den letzten beiden Jahren neue Fernkabeltypen entwickelt worden, die für die Übertragung sehr breiter Frequenzbänder geeignet sind. Ein solches Breitbandkabel kann beispielsweise für die Übertragung folgender Bänder ausgenutzt werden:

a) von 100 Sprachbändern im Bereich unter 1000 kHz,
b) eines 500 kHz breiten Fernsehbandes im Bereich 1000 bis 1500 kHz,
c) eines 2000 kHz breiten Fernsehbandes im Bereich 2000 bis 4000 kHz.



---- leichte Pupinisierung für den Weltverkehr
Die senkrechten Linienstücke mit seitlicher Schraffur im rechten Bild deuten Lage und Breite der einzelnen Frequenzbänder an

Abb. 1. Entwicklung des deutschen Fernkabelnetzes.

Da die Dämpfung jeder Leitung mit der Frequenz wächst, lag die Schwierigkeit bei der Entwicklung solcher Breitbandkabel hauptsächlich darin, eine ausreichend kleine Dämpfung bei hohen Frequenzen zu erzielen. Breitbandkabel erfordern selbstverständlich mehr Zwischenverstärker als die gewöhnlichen Fernkabel. Technische und wirtschaftliche Überlegungen führten dazu, für die Sprachbänder und das untere Fernsehband den halben normalen Verstärkerabstand des Fernkabelnetzes — 35 km — und für das breite Fernsehband Zwischenverstärker in 17,5 km Abstand in Aussicht zu nehmen. Diese Abstände erfordern eine kilometrische Dämpfung, die bei 1000 kHz 0,2 Np und bei 4000 kHz 0,4 Np nicht übersteigt. Solche Dämpfungen lassen sich jedoch mit den bisher üblichen Kabelkonstruktionen nicht im entferntesten erreichen. Ein gewöhnliches papierisoliertes Aderpaar aus 1,4 mm Kupferleitern hat den in Abb. 2 dargestellten Verlauf der kilometrischen Dämpfung. Die zulässigen Werte werden um ein Vielfaches überschritten. Die genauere Betrachtung ergibt, daß sich die Dämpfung aus zwei Teilen zusammensetzt, der Dämpfung durch die Verluste im Leiter und der

*) Mitteilung aus dem Zentrallaboratorium des Wernerwerks der Siemens & Halske AG. und dem Kabelwerk der Siemens-Schuckertwerke AG.

[1]) K. Dohmen u. H. F. Mayer, Europ. Fernsprechdienst H. 34 (1934).

[2]) L. Espenschied u. M. E. Strieby, Bell Syst. techn. J. 13 (1934) H. 4.

[3]) F. Banneitz, Europ. Fernsprechdienst H. 40 (1935).

Dämpfung durch die Verluste im Dielektrikum. Erstere wachsen in dem betrachteten Frequenzbereich mit der Wurzel aus der Frequenz, letztere etwa linear mit der Frequenz. Durch Verwendung dickerer Leiter lassen sich nur die Kupferverluste verkleinern, nicht aber die Ableitungsverluste durch die Papierisolation. Wie aus Abb. 2 zu ersehen ist, überschreitet die Ableitungsdämpfung allein schon die zulässige Dämpfung, so daß Papier als Dielektrikum für Breitbandkabel kleiner Dämpfung ausscheidet.

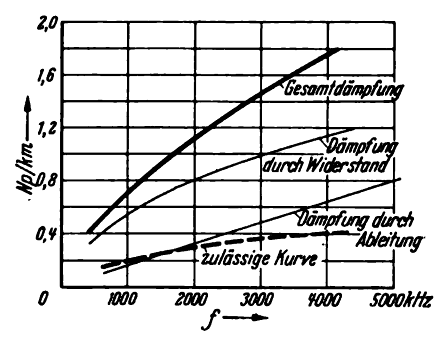


Abb. 2. Dämpfung einer unbelasteten 1,4 mm-Fernsprechdoppelleitung.

Als Ersatz des Papiers kommen Isolierstoffe mit besonders kleinen dielektrischen Verlusten in Betracht, die sich in ähnlicher Weise wie Papier verwenden lassen. Unter diesen Bedingungen kommt der aus dem Trolitul entwickelte Werkstoff Styroflex in Frage, der sich neuerdings nach einem Verfahren der Norddeutschen Seekabelwerke, Nordenham, in biegsamen Fäden und Bändern herstellen läßt, ohne seine guten elektrischen Eigenschaften zu verlieren. Aus diesen Fäden lassen sich leicht biegsame Kordeln und Spiralen herstellen, und die Bänder kann man wie Papierbänder zum Umwickeln der mit Fäden, Kordeln oder Spiralen besponnenen Kupferleiter verwenden (Abb. 3).

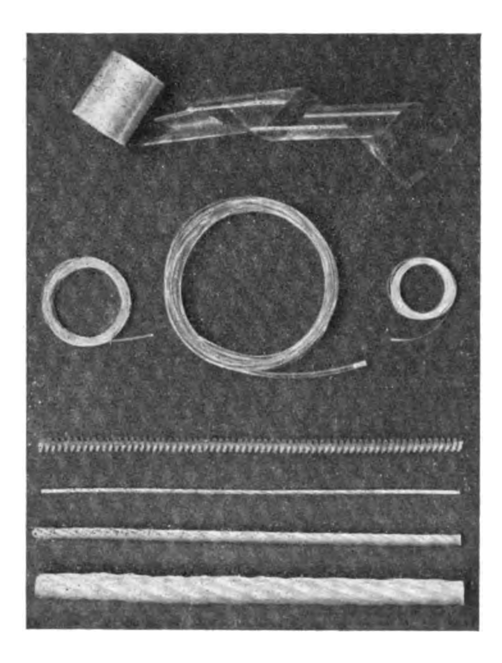


Abb. 3. Neue Isolierformen aus Styroflex.

Styroflex hat bei hohen Frequenzen einen Verlustwinkel von $2 \cdot 10^{-4}$ gegenüber $150 \cdot 10^{-4}$ bei Papier. Es hat ferner noch den Vorteil, daß es vollkommen unhygroskopisch ist, während papierisolierte Adern immer sehr sorgfältig getrocknet werden müssen. Der Kupferleiter kann mit Styroflex in verschiedener Weise isoliert werden (Abb. 4). Über der Isolation, die aus einer Spirale, aus Kordeln, Fäden oder aus Formbändern bestehen kann, befindet sich meist eine Schicht aus Styroflexband, so daß eine runde feste Ader entsteht.

Bei der einfachsten Ausführungsform eines Breitbandkabels ist eine solche Ader koaxial vom Rückleiter umgeben, der unmittelbar in Form von Kupferbändern mit langem Schlag auf die Styroflexader aufgebracht wird. In Abb. 5 ist ein solches Kabel dargestellt[4]).

Abb. 5 zeigt ferner ein Breitbandkabel in symmetrischer Ausführung. Ein 12 km langes Kabel in symmetrischer Anordnung ist von der Siemens & Halske AG. hergestellt und zu Beginn des Jahres in Berlin verlegt worden; es dient zur Übertragung von Fernsehströmen nach einem Kurzwellensender. Dieses Kabel ist zur Übertragung eines Frequenzbandes bis 4000 kHz geeignet und ist — soweit den Verfassern bekannt ist — das erste in Betrieb genommene Breitbandkabel.

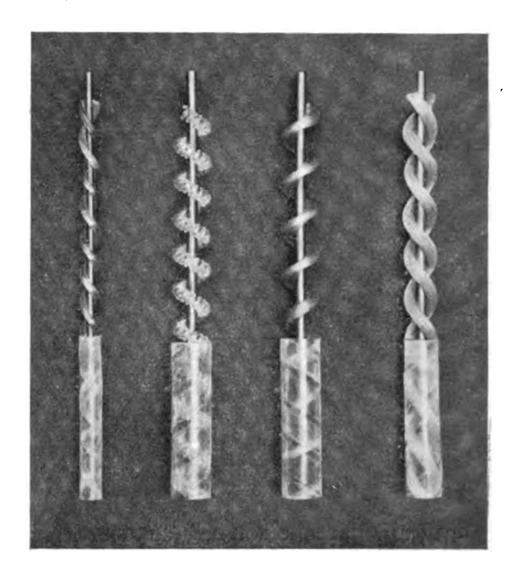


Abb. 4. Styroflexisolierte Leiter.

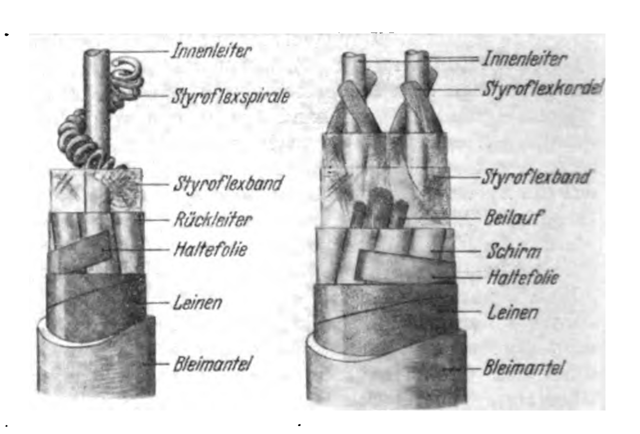


Abb. 5. Koaxiales und symmetrisches Breitbandkabel.

Durch die Verwendung von Styroflex gelang es, den Anteil der durch Ableitung verursachten Dämpfung außerordentlich stark herabzusetzen. Wie aus Abb. 2 ersichtlich ist, beträgt die Ableitungsdämpfung mit Papierisolation 0,16 Np/km bei 1000 kHz. Bei styroflexisolierten Adern ist die Ableitungsdämpfung so klein, daß die Meßgenauigkeit bis jetzt zu ihrer genauen Bestimmung nicht ausreicht; sie ist jedenfalls kleiner als 0,001 Np/km. Man hat also bei solchen Kabeln nur noch mit den Verlusten in den Leitern zu rechnen. Bei den hohen Frequenzen, die auf den Breitbandkabeln übertragen werden, steigt der Widerstand der Leiter wegen der Stromverdrängung stark an. Diese Verluste lassen sich bekanntlich durch eine feine Unterteilung der Leiter in Litze herabsetzen. Wegen des

[4]) Die koaxiale Ausführungsform ist von S&H und SSW gemeinsam mit Felten & Guilleaume, Carlswerk AG. Köln-Mülheim, entwickelt worden. Der Vorschlag, zur Isolation eine Spirale zu verwenden, stammt von Felten & Guilleaume. Vgl. Vortrag W. Kieser auf dem Deutschen Physiker- und Mathematikertag, Stuttgart 1935.



ungünstigen Füllfaktors von Litze tritt jedoch der Vorteil geringerer Stromverdrängung kaum in Erscheinung. Eine Litze von 5 mm Dmr., die aus 6000 feinen isolierten Einzeldrähten besteht, hat bei 4000 kHz noch denselben Widerstand wie ein Massivleiter gleicher Dicke. Erst bei noch viel feinerer Unterteilung würde eine nennenswerte Verkleinerung des Widerstandes eintreten. Die wirtschaftlichen Aufwendungen für einen so fein unterteilten Litzenleiter stehen in keinem Verhältnis zu der Verkleinerung der Dämpfung, so daß man bei Breitbandkabeln im allgemeinen von Litzenleitern absieht.

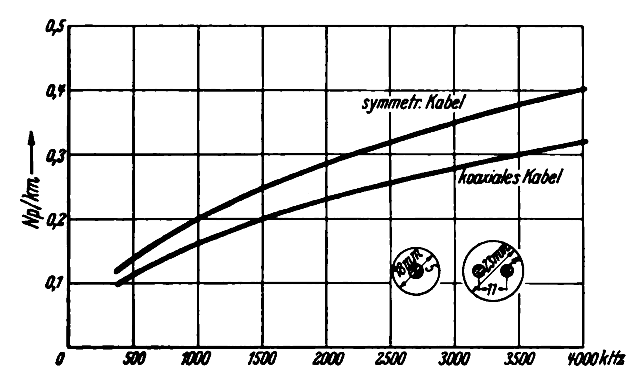


Abb. 6. Dämpfung von Breitbandkabeln.

Die kilometrische Dämpfung von Breitbandkabeln hängt also nur von den Abmessungen der Leiter ab. Besonders einfach liegen die Verhältnisse beim koaxialen Kabel. Hier hat man bei gegebenem Innendurchmesser des Außenleiters einen kleinsten Wert der Dämpfung, wenn sein Verhältnis zum Außendurchmesser des Innenleiters 3,6 : 1 beträgt. Bei vernachlässigbarer Ableitung — wie es bei Styroflexisolation der Fall ist — beträgt die Dämpfung β angenähert $0{,}8\ \sqrt{F}/d$ in Np/km, wenn F die Frequenz in MHz und d den Außendurchmesser des Innenleiters in mm bezeichnet. So hat das in Abb. 5 dargestellte koaxiale Kabel eine Dämpfung von 0,16 Np/km bei einer Frequenz F von 1 MHz. Abb. 6 zeigt die gemessene Dämpfungskurve dieses Kabels bis 4000 kHz; sie folgt im Bereich 500 bis 4000 kHz innerhalb der Meßgenauigkeit der angegebenen Dämpfungsformel.

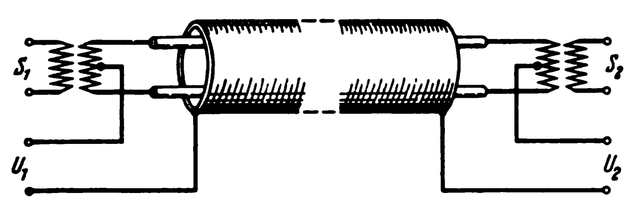


Abb. 7. Doppelausnutzung eines symmetrischen Breitbandkabels.

Auch bei den symmetrischen Breitbandkabeln gibt es eine günstigste Anordnung des Leiterpaares hinsichtlich ihres gegenseitigen Abstands und des Abstands gegen den Schirm. Die Verhältnisse sind jedoch hier verwickelter, weil durch den Kupferschirm, der das Leiterpaar umgibt, ebenfalls Verluste entstehen. Im allgemeinen kann man sagen, daß — bezogen auf gleichen Außendurchmesser — das symmetrische Kabel stets eine größere Dämpfung besitzt als das koaxiale Kabel. Die Dämpfungskurve des symmetrischen Kabels nach Abb. 5 ist ebenfalls in Abb. 6 dargestellt. Trotz größeren Durchmessers hat es eine größere Dämpfung als die dünnere koaxiale Leitung. Vom Standpunkt der Fertigung, des Materialaufwands und der Abmessungen sind daher koaxiale Kabel vorzuziehen.

Ob man in einem gegebenen Fall koaxiale oder symmetrische Kabel vorsieht, hängt nur davon ab, auf welche Weise man einen ausreichenden Schutz gegen Außenstörungen am zweckmäßigsten erreicht. Kabel, die aus einem symmetrischen Leiterpaar bestehen, sind infolge der Erdsymmetrie unempfindlicher gegen Außenstörungen. In beiden Leitern werden gleiche Störspannungen hervorgerufen, die sich bei idealem Leitungsaufbau in ihrer Wirkung auf den symmetrischen Kreis aufheben. Ferner besteht grundsätzlich die Möglichkeit, ein solches Kabel doppelt auszunutzen, indem man durch Phantombildung aus den beiden Innenleitern und dem Schirm einen unsymmetrischen Kreis bildet. Abb. 7 zeigt die Schaltung bei Doppelausnutzung; es macht jedoch im allgemeinen Schwierigkeiten, ausreichende Nebensprechwerte zwischen dem symmetrischen Stromkreis $S_1\,S_2$ und dem unsymmetrischen Stromkreis $U_1\,U_2$ zu erzielen.

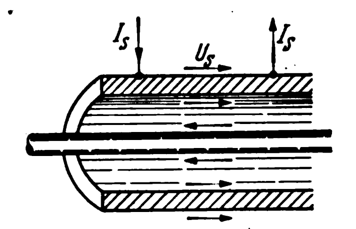


Abb. 8. Außenstörungen beim koaxialen Breitbandkabel.

Wie bei koaxialen Kabeln Außenstörungen auf den Innenkreis übertragen werden, zeigt Abb. 8. Ein von außen kommender Störstrom I_s ruft einen Spannungsabfall im Rückleiter hervor, der sich auf das innere Leitungssystem überträgt. Bei tiefen Frequenzen wirkt die volle Störspannung U_s im Innenkreis. Erst bei hohen Frequenzen fließt der Störstrom infolge der Stromverdrängung nur noch an der äußeren Oberfläche, so daß die Störspannung im Innenkreis abnimmt. Die Abnahme mit der Frequenz

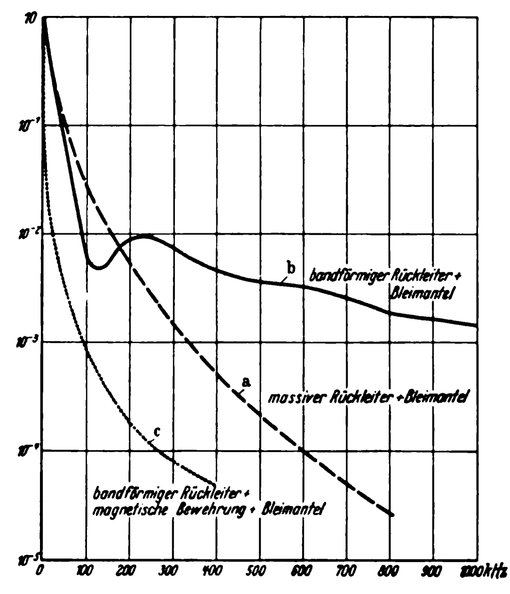


Abb. 9. Schutzwirkung von Hüllen beim koaxialen Breitbandkabel.

erfolgt um so schneller, je dicker der Rückleiter und je besser seine elektrische Leitfähigkeit ist. Koaxiale Kabel sind daher bei tiefen Frequenzen leicht Außenstörungen ausgesetzt und werden erst bei hohen Frequenzen störungsfrei. Wenn jedoch der Rückleiter — wie bei dem koaxialen Kabel nach Abb. 5 — aus einer Anzahl spiralig aufgebrachter Bänder besteht, hat er auch bei hohen Frequenzen keine Schutzwirkung, weil er infolge seiner Schraubenstruktur wie eine Spule wirkt. Man umgibt daher den Rückleiter noch mit anderen metallischen Hüllen. In Abb. 9 ist für diesen Kabeltyp die Wirkung solcher Hüllen dargestellt; sie zeigt, welcher Bruchteil einer an der äußeren Hülle wirkenden Störspannung auf den inneren Stromkreis übertragen wird. Kurve a zeigt, daß die nach innen übertragene Störspannung mit der Frequenz sehr rasch abnehmen würde, wenn der koaxiale Rückleiter aus einer geschlossenen Kupferhülle bestände, die von einem Bleimantel umgeben ist. In Wirklichkeit besteht er aus spiraligen Kupferbändern, so daß die Schutzwirkung entsprechend Kurve b stark zurückgeht. Die Schutzwirkung kann wesentlich

verbessert werden, wenn man zwischen den Rückleiter und den Bleimantel eine Wicklung aus Eisenband legt. Die Wirkung einer solchen Schutzhülle aus magnetischem Material zeigt die Kurve (*c*) in Abb. 9. Ausreichende Störfreiheit erzielt man auch, wenn das koaxiale Kabel nach Abb. 5 den Kern eines Fernkabels bildet und noch von gewöhnlichen Fernsprechadern und einem zweiten Bleimantel umgeben ist. Durch geeignete Bemessung der Hüllen wird es daher fast immer möglich sein, auch bei koaxialen Kabeln schon von verhältnismäßig tiefen Frequenzen ab eine ausreichende Störfreiheit zu erzielen.

Breitbandkabel haben einen neuen Abschnitt in der Geschichte der Fernmeldetechnik eingeleitet. Damit werden jedoch die Fernkabel bisheriger Bauart nicht überflüssig. Sie werden neben den Breitbandkabeln ein weites Anwendungsgebiet behalten.

Zusammenfassung.

Als neuartiger Isolierstoff für Kabel, die Fernsehströme übertragen sollen, eignet sich besonders Styroflex. Dieses hat fast dieselbe Biegsamkeit wie Papier, aber 75-mal kleinere dielektrische Verluste. Styroflexisolierte Breitbandkabel können als koaxiale Kabel oder als symmetrische Kabel hergestellt werden. Bei den koaxialen Kabeln sind noch besondere Schirme notwendig, die das Eindringen von Außenstörungen verhindern.

Elektrische Erscheinungen bei Menschen und Tieren.

Neuzeitliche elektrophysiologische und psychologische Fragen.

Von Dr. **H. Koch**, Psychologisches Institut der Universität Rostock.

612. 8 : 537

Übersicht. Der Aufsatz*) behandelte die Vorgänge im Nerven: Leitungsgeschwindigkeit, Erregungsleitung, Stoffwechsel, und erörtert die Nervenreiztheorie. Weiter werden die Empfindlichkeit gegenüber Wechselstrom verschiedener Frequenzen, praktische Anwendungen bei Unterricht und Verständigung mit Taubstummen sowie Wechselstrommessungen als diagnostisches Hilfsmittel besprochen. Zum Schluß wird einiges über die elektrische Tätigkeit der Hirnrinde bei psychischen Vorgängen gesagt.

Aktionspotentiale des Nerven.

Man hat den Nerven oft mit einem elektrischen Leitungsdraht verglichen. Sein Querschnitt gleicht einem Kabelquerschnitt. Im Ischiasnerven des Frosches z. B. laufen etwa 500 motorische Nervenfasern nebeneinander, die die Erregung zum Erfolgsorgan weiterleiten, ohne daß sie einmal auf eine Nachbarfaser überspringt. Die dünnste Faser hat einen Querschnitt von $1{,}42 \cdot 10^{-6}$ mm², das Mark allein $0{,}178 \cdot 10^{-6}$ mm² (Abb. 1).

Die Membrankernleiter-Hypothese (Hermann, Crämer, Labes, Lullis) vergleicht das Nervenfaserbündel mit einem Bündel von Schläuchen, die mit einer Kaliumsalzlösung als Innenleiter oder Kern gefüllt sind. Die Schläuche sind eingebettet in ein anderes Material (Bindegewebe), das mit einer anderen Elektrolytlösung durchtränkt ist und als Außenleiter oder Hülle des Membrankernleiters wirkt.

Die Leitungsgeschwindigkeit, mit der die Erregung von den verschiedenen Fasern fortgeleitet wird, hängt ab von der Faserdicke. Je dicker die Nervenfaser, desto schneller leitet sie. Diese Verschiedenheit der Leitungsgeschwindigkeiten hat eine biologische Bedeutung: in einiger Entfernung von der Reizstelle werden einige Fasern schon erregt, andere noch völlig unerregt sein und daher noch kein Refraktärstadium aufweisen. Wenn z. B. beim Frosch die Leitungsgeschwindigkeit der schnellsten Faser 42, die der langsamsten 10 m/s beträgt, so ist schon 2 cm von der Reizstelle entfernt kein absolutes Refraktärstadium mehr feststellbar. Die größte beim Menschen gemessene Fortpflanzungsgeschwindigkeit im Nerven beträgt 120 m/s, bei der Schnecke einige cm/s.

Die Erregungsleitung des Nerven ist doppelsinnig. Ein Reiz pflanzt sich nach beiden Seiten über den Nerven fort. Zum Unterschied gegen den Leitungsdraht hat der Nerv jedoch einen Stoffwechsel. Es findet im Nerven ein Umsatz von Zucker, Fett, stickstoffhaltigen Stoffen statt, und es besteht eine Abhängigkeit vom Sauerstoffbedürfnis des Nerven und seiner Ermüdbarkeit. Erst vor wenigen Jahren hat Hill die Wärmeerzeugung des Nerven nachgewiesen, die zum Teil bei den restitutiven Vorgängen wieder verbraucht wird.



Abb. 1. Querschnitt durch den nervus gastroc. des Frosches. 750fache lineare Vergrößerung. [Y. Renqvist, M. Hirvonen u. a., Skand. Arch. Physiol. 65 (1932) S. 50.]

Mit dem Stoffwechsel des Nerven hängt es zusammen, daß ein Reiz auch lähmend wirkt. An jede Erregung schließt sich ein Restitutionsvorgang an, während welchem die bei der Erregung verbrauchten Stoffe ersetzt werden. In dieser Zeit ist der Nerv zuerst völlig unerregbar, dann vermindert erregbar. Man spricht von einer absoluten und einer relativen Refraktärperiode. Man kann den Nerven eher mit einer Zündschnur vergleichen: jeder wirksame erregende Reiz ruft in der Nervenfaser eine maximale Wirkung hervor, die sich mit unveränderter Stärke und Geschwindigkeit über den Nerven fortpflanzt. Die Stärke des Reizerfolges, etwa die Spannung des Muskels, ist abhängig von der Zahl der vom Reiz getroffenen Nervenfasern und von der Frequenz der durch die Fasern geleiteten Erregungswellen.

Es gibt verschiedene Theorien der Nervenreizung. Neben der Kernleitertheorie erwähnen wir hier noch die Namen Nernst, Haber, Gildemeister, Hill und Broemser. Nach Nernst kommt die Primärwirkung eines elektrischen Stroms zustande durch Polarisation an den mehr oder weniger für Ionen durchlässigen Grenzflächen des Nerven. Hieran schließt sich der Erregungsvorgang mit anoxydativen Zerfallsvorgängen sowie Oxydations- und Restitutionsvorgängen an. Von diesen wird bei der Aufstellung der Reizgesetze abgesehen. Pflanzt sich eine Erregung im Nerven fort, so muß der

*) Auszug aus einem Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 18. 12. 1934. Besprechung auf S. 1263 dieses Heftes.

Erregungsvorgang als Reiz auf den Nachbarquerschnitt wirken, nach Nernst durch polarisatorische Veränderungen. Es ist hierbei daran zu denken, daß nicht nur die primäre Reizwirkung mit polarisatorischen Veränderungen einhergeht, sondern daß auch die sekundäre Reizwirkung, an die der Erregungsvorgang sich anschließt, mit polarisatorischen Wirkungen verknüpft ist.

Denken wir mit Nernst an der undurchlässigen Grenzfläche einer Nervenzelle die vom Reizstrom mitgeführten Ionen gestaut, so wird ein Teil von ihnen in die Zelle zurückdiffundieren. Bei hohen Wechselstromfrequenzen werden jedoch nicht so viel Ionen mitgeführt werden wie bei mittleren, alle Ionen werden an der Membran festgehalten. Es kommt dann nach Gildemeister im wesentlichen zur Ausbildung einer Doppelschicht an der Grenzmembran. Bei tiefen Frequenzen wird die Wirkung des Stromes weiter in die Zelle hinein sich erstrecken. Hill nimmt jedoch an, daß von einer gewissen Dicke dieser Schicht an die weiter in die Zelle hineinreichenden Veränderungen unwirksam sind.

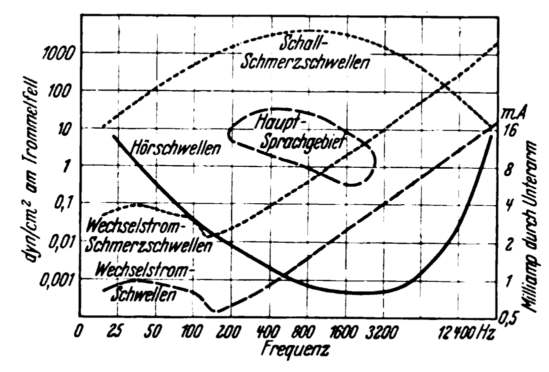


Abb. 2. Hörschwellen und Wechselstromschwellen (punktiert) des Menschen. Elektroden am Unterarm.

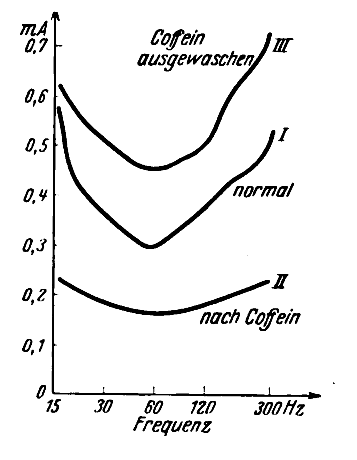
Es folgt aus der Theorie, daß mit steigender Frequenz die Reizschwelle proportional der Quadratwurzel aus der Frequenz steigen muß, bei höheren Frequenzen proportional der Frequenz selbst. So erklärt es sich, daß bei Diathermieströmen mit Frequenzen von ½ bis 1 Mill Hz überhaupt nur Wärmeempfindungen auftreten.

Bestimmt man die Reizschwellen für Wechselstrom bei verschiedenen Frequenzen (Abb. 2), so zeigt sich ein Steigen der Schwellen von etwa 200 Hz an. Für 100 bis 150 Hz findet man in der Regel ein etwas flaches Minimum. Vergleichen wir die Wechselstromschwellenkurve mit der Kurve der Hörschwellen, so sehen wir, daß beide nach hohen Frequenzen zu ansteigen, die Hörschwellen jedoch erst von etwa 3000 Hz an. Interessant ist es nun, daß unser Intensitätsunterscheidungsvermögen für Wechselstrom ungefähr ebensogut ist wie für Schall. Zwischen 50 und 10 000 Hz können etwa 2 bis 3 % Intensitätsunterschiede wahrgenommen werden.

Diese Ähnlichkeit führt uns auf eine praktisch sehr wichtige Frage: Kann der Taubstumme lernen, die Sprache zu verstehen, wenn ihm statt des Schalles die Wechselströme zugeleitet werden, die sonst durch den Lautsprecher gehen? Sehr zu beachten ist jedenfalls, daß wir beim Schall in der Gegend 3000 Hz erst einen Ton von der hunderttausendfachen Schwellenintensität als Schmerz empfinden, während bei Wechselstrom zwischen 50 und 10 000 Hz schon die vierfache Schwellenstromintensität als schmerzhaft und von sensiblen Personen äußerst unangenehm empfunden wird.

Dafür, daß der Wechselstrom als diagnostisches Hilfsmittel, als Kriterium für den Erregbarkeitszustand des Nerven verwendbar ist, gibt Abb. 3 ein Beispiel. Ein Nervmuskelpräparat eines Frosches, das durch Gleichstrom nicht zu einer Dauerkontraktion (Tetanus) erregt werden kann, zeigt ein ausgeprägtes Minimum der Wechselstromschwellen bei 60 Hz. Nach Behandlung mit Koffein ergab das Präparat starke Dauerkontraktionen, die Schwellen sind durchweg gesunken, das Minimum verflacht. Nach Auswaschen des Coffeins nahm die Schwellenkurve wieder ihre frühere Gestalt an, das Präparat gab keinen Tetanus mehr.

Die Verwendung von Wechselstrom zur Messung der Erregbarkeit hat einen großen Vorteil gegenüber der Anwendung von Gleichstrom. Sinusreiner Wechselstrom wird durch die Haut nicht oder kaum verzerrt. Die Haut verhält sich gegenüber Gleichstrom wie eine Polarisationskapazität. Ihr Einschaltstrom ist groß, der Hautwiderstand zuerst klein. Ist jedoch die Polarisation der Haut beendet, so setzt die Gegenspannung der Haut den hindurchfließenden Strom in seiner Stärke herab. Der Widerstand der Haut steigt in der ersten 10 000stel Sekunde auf das Zehnfache. Für den Erregungsvorgang im Nerven ist es aber wichtig, auf welche Weise in dieser Zeit der Reizstrom durch die Haut verändert wird. Denn der Aktionsstrom beginnt 0,05 m/s nach dem Reiz, gerade in der Zeit, in der der Reizstrom die stärkste Änderung erfährt. Wäre nun die Reaktionsweise der Haut bei allen Menschen dieselbe, würde die Änderung des Reizstromes sich immer in gleicher Weise vollziehen, so würden wir bei Messungen an verschiedenen Personen eher physiologisch vergleichbare Zustände haben. Die Haut reagiert jedoch, wie oszillographische Aufnahmen zeigen (s. Abb. 4 a), trotz der üblichen Nebenschlußschaltungen (Abb. 4 b) individuell in unberechenbarer Weise. Die Einschaltzacke hat bei jeder Versuchsperson eine andere Form. Der Gleichstromwiderstand der Haut beträgt bei wenigen Milliampere bis zu einigen 10 000 Ω, bei stärkeren Strömen sinkt er bis auf einige 100 Ω[1]). Starke Ströme durchschlagen die Poren der Haut und machen sie ionendurchgängig.



I normal
II Nerv 15 min in 0,06proz. Koffein-Ringerlösung
III 30 min später, Koffein ausgewaschen

Abb. 3. Wechselstromschwellen am Ischiasnerven des Frosches.

Ob den individuell verschiedenen Reaktionsweisen der Haut gegen Gleichstrom diagnostische Bedeutung zukommt, ist noch eine ungelöste Frage. Sie wäre durch Registrierungen der mitgeteilten Art in Verbindung mit Chronaxiemessungen zu beantworten.

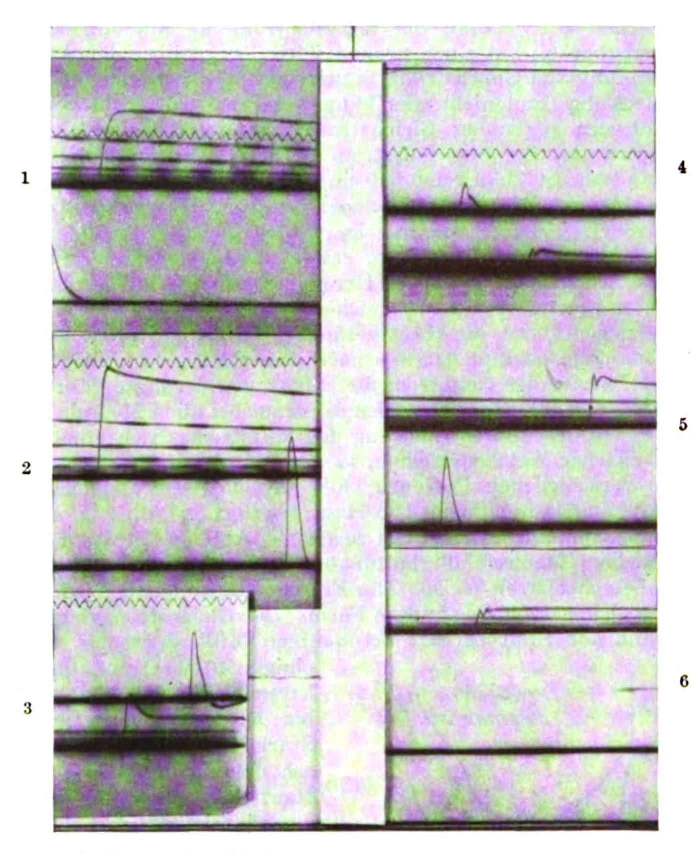
Elektrische Erscheinungen am Zentralnervensystem.

Psychischen Vorgängen entsprechen physiologische Prozesse der Hirnrinde. Man konnte also erwarten, daß es möglich ist, auch am Gehirn Potentialschwankungen nachzuweisen, die auf die Tätigkeit und Funktionen des Zentralnervensystems Rückschlüsse gestatten. Doch erst vor zehn Jahren ist es Berger zum erstenmal gelungen, ständige elektrische Vorgänge am Großhirn festzustellen. Bei einem Mann mit einer Schädelknochenlücke konnte er mit zwei Silbernadelelektroden, die bis auf die Spitze durch Lacküberzug isoliert waren, und bis auf die harte Hirnhaut eingeführt wurden, Potentialschwankungen nachweisen, Wellen von der Frequenz etwa 10 Hz, deren Intensität annähernd periodisch zu- und abnahm und denen schwache höherfrequente Wellen überlagert waren. Die so erhaltenen Kurven nennt Berger Elektrenkephalogramm (Eeg)[2]). Es gelang ihm, sie auch von unverletzten Schädelknochen abzuleiten, wenn geeignete Nadelelektroden an Stirn und Hinterhaupt angebracht wurden.

[1]) Siehe auch Alvensleben, ETZ 47 (1926) S. 985.
[2]) H. Berger, J. Psychol. u. Neurol. 40 (1930) S. 160.



In dem Erregungsstadium, das einer Narkose vorausgeht, werden die Amplituden der Wellen größer; in der Narkose selbst verschwindet das Eeg ganz, um mit dem



1 Haut ersetzt durch 2000 Ω, induktionsfrei, 100 V
2 100 V durch Unterarm
3 dgl.; oberer Teil: Entladung von 0,06 μF, 200 V
4 50 V; oben 0,06 μF, 100 V
5 50 V; unten 0,06 μF, 100 V
6 75 V
4 und 5 dieselbe Versuchsperson

Abb. 4a. Kondensatorentladung durch die Haut. Kapaz. 10 μF.

Erwachen aus der Narkose und dem Wiedereinsetzen psychischer Vorgänge wieder aufzutreten. Man kann hieraus schließen, daß das Eeg eine Begleiterscheinung der materiellen Rindenprozesse ist, mit denen geistige Vorgänge verknüpft sein können. Im Schlaf verschwindet es nicht, das Großhirn zeigt eine ständige automatische Tätigkeit, die in Rhythmen verläuft, deren zeitliche Verhältnisse eine gewisse Übereinstimmung mit den sogenannten Aufmerksamkeitsschwankungen zeigen. Bei Gehirnkranken erfährt das Eeg eine Änderung[3]). Im normalen Eeg sind durch Fourieranalyse Oberfrequenzen bis zur 7. Harmonischen nachweisbar (3 % der Grundwelle), in pathologischen Fällen war sogar noch die 11. Harmonische enthalten, bei einer epileptischen Demenz mit 9 % der Grundwelle.

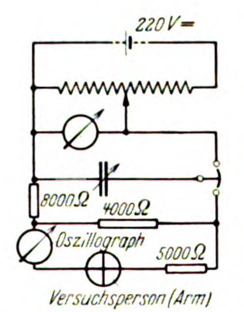


Abb. 4b. Schaltung bei den Oszillogrammen in Abb. 4a. Siemens-Oszillographschleife: 1700 Hz Eigenfrequenz.

Einen wirklichen Einblick in die elektrischen Vorgänge auf der Hirnrinde haben erst die Untersuchungen von A. Kornmüller[4]) im Kaiser-Wilhelm-Institut für Hirnforschung, Berlin-Buch, gebracht, die von der allergrößten wissenschaftlichen und vielleicht auch praktischen Bedeutung sind und die nicht zuletzt in der Psychologie aufmerksame Beachtung verdienen. Kornmüller und seine Mitarbeiter, insbesondere Tönnies, haben gezeigt, daß im Anschluß an einen Reiz (Licht, Schall), von der zugehörigen Sphäre der Hirnrinde (etwa der area striata) typische Aktionspotentiale abzuleiten sind (Abb. 5). Bei Beginn des Reizes setzt eine steilere Potentialschwankung ein, der eine langsamere und dann kleinere Schwankungen folgen. Allmählich wird das Ruhepotential wieder erreicht, und zwar noch während des Reizes. Man kann hier an Adaption, Ermüdung usw. denken. Mit dem Aufhören des Reizes wiederholt sich der ganze Vorgang in fast der gleichen Weise. Bei genügend lange anhaltendem Reiz bestehen also die Aktionspotentiale der Hirnrinde in rhythmisch verlaufenden Anfangs- und Endeffekten. Bei intermittierenden Reizen greifen Anfangs- und Endeffekte ineinander über und überlagern sich.

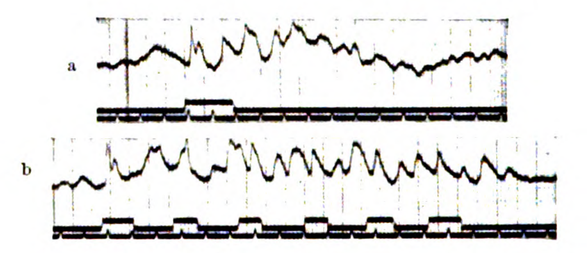


Abb. 5. Aktionspotentiale der Sehsphäre der Hirnrinde eines Kaninchens bei einmaliger (a) und bei rhythmischer Augenbelichtung. Zeit $^1/_5$ s. [A. E. Kornmüller, Dtsch. Z. Nervenheilk. 130 (1933) S. 46.]

Der Kornmüllersche Effekt ist örtlich begrenzt. Verschiebt man die Elektrode über die Grenze der Sehsphäre hinaus (bei Lichtreizen), so verschwindet der Effekt. Kornmüller spricht daher von Feldaktionsströmen, FAS. Von den Marklagen unterhalb der Hirnrinde sind sie nicht abzuleiten. Dagegen hat Kornmüller Ruhepotentialschwankungen beobachtet, Feldeigenströme, FES, die auch ohne nachweisbare Reizeinwirkung vorhanden sind, und die in architektonisch verschiedenen Hirnfeldern spezifische Verschiedenheiten aufweisen. Man kann sogar, wie zahlreiche mikroskopische Nachprüfungen zeigen, aus der Kurvenform der FES die architektonischen Grenzen der Hirnfelder am lebenden Tier bestimmen.

Zusammenfassung.

1. Es werden Bau und Arbeitsweise des Nerven sowie verschiedene Theorien der Nervenreizung besprochen.

2. Unsere Empfindlichkeit gegenüber Wechselstrom ist um so kleiner, je höher seine Frequenz ist. Die Wechselstromschwellenkurve hat einen ähnlichen Verlauf wie die Kurve der Hörschwellen; die Hörschwellen steigen jedoch erst oberhalb 3000 Hz.

3. Unser Unterscheidungsvermögen für Wechselstromstärken ist von derselben Größenordnung wie das für Schallstärken: zwischen 50 und 10 000 Hz werden noch Intensitätsunterschiede von 2 bis 3 % wahrgenommen.

4. Es ist möglich, daß der Taubstumme lernen kann, Sprache zu verstehen, wenn ihm statt des Schalles Lautsprecherströme zugeleitet werden, gegebenenfalls unter geeigneter Anpassung der Stromstärke in den verschiedenen Frequenzgebieten an die Empfindlichkeit des Körpers.

5. Die Anwendung von Wechselstrom bei der Messung der Erregbarkeit zu diagnostischen Zwecken hat den Vorzug, daß die Stromform nicht verzerrt wird. Die Reaktionsweise der Haut bei Gleichstromentladungen ist individuell verschieden.

6. Die elektrischen Vorgänge in der Hirnrinde bei äußerer Reizeinwirkung und in der Ruhe werden auf Grund der Arbeiten von Berger und von Kornmüller erörtert.

[3]) G. Dietsch, Pflügers Arch. 230 (1932) S. 106.
[4]) Fortschr. Neurol. Psychiatr. 5 (1933) S. 419.

Die 12. Große Deutsche Rundfunkausstellung.

Von Postrat Dr.-Ing. G. Krawinkel, Berlin.

621. 396 (064)

Die diesjährige Große Deutsche Rundfunkausstellung vom 16. bis 28. 8. in Berlin stand im Zeichen des Volkssenders. Gemäß dem Wahlspruch: „Der Rundfunk gehört dem Volke, er schafft aus dem Volk für das Volk" hat die Reichssendeleitung diese Einrichtung des Volkssenders geschaffen, um jedem deutschen Besucher der Ausstellung die Möglichkeit zu geben, selbst einmal tätig an einer Rundfunksendung mitzuwirken. In großen, eigens hergerichteten Senderäumen fanden hier, bei stärkstem Andrang der Besucher, während der ganzen Dauer der Ausstellung Sendungen von Volksgenossen aus allen Gauen in allen Mundarten des Reiches statt.

Fernsehen.

Nächst dem Volkssender hatte auf der diesjährigen Rundfunkausstellung das Fernsehen die stärkste Anziehungskraft. Das rege Interesse, das dem Fernsehen schon seit mehreren Jahren von breiten Kreisen entgegengebracht wird, wurde in diesem Jahr noch dadurch verstärkt, daß zum ersten Male eine größere Zahl verkäuflicher Fernsehempfänger gezeigt wurde. Wenn auch die Preisstellung, dem Stande der Entwicklung entsprechend, noch als recht hoch anzusprechen ist, so steigerte doch dieser Anfang einer Beteiligung des Publikums am Fernsehen das Interesse außerordentlich.



Abb. 1. Bild auf der Glühlampentafel.

Auf diese verkaufsfertigen Empfänger war die Fernsehausstellung auch sehr wesentlich eingestellt, indem das Mittelstück der Halle 3 ein breiter, mit Fernsehempfängern der verschiedenen Firmen umsäumter Gang, die „Fernsehstraße", bildete. Mit Ausnahme eines Spiegelschraubenempfängers arbeiteten diese Fernsehempfänger mit Braunscher Röhre als Bildwiedergabegerät. Während im vorigen Jahr noch eine Anzahl gasgefüllter Braunscher Röhren gezeigt wurde, verwendet man heute nur noch Hochvakuumröhren, mit denen eine sehr viel bessere Bildwirkung erzielt wird. Der Elektronenstrahl wird teils elektrisch, teils magnetisch und teilweise gemischt elektrisch und magnetisch je in einer Richtung abgelenkt.

Die Ultrakurzwellenempfänger für Bild sind durchweg als Überlagerungsempfänger ausgebildet. In der größten Zahl der Empfangsgeräte ist an diesen Überlagerungsempfängern eine Abzweigung für den Überlagerungsempfang des Begleittons geschaltet. Der Ausgang des Bildempfängers steuert einmal die Helligkeit der Braunschen Röhre und gleichzeitig, über geeignete Zwischenglieder, die Kippgeräte für die Bild- und Zeilenablenkung des Elektronenstrahls.

In den ersten Ausstellungstagen wurden die von den Ultrakurzwellensendern Witzleben (Bild- und Tonsender) verbreiteten Fernsehsendungen in der Ausstellung empfangen. Da bei dem Brand der Halle 4 diese beiden Ultrakurzwellensender mit zerstört wurden, hatte die Deutsche Reichspost gemeinsam mit der Firma Telefunken einen Hilfssender kleiner Leistung in der Halle 3 der Ausstellung errichtet, von dem aus in den letzten Tagen der Ausstellung die Fernsehsendungen stattfanden. Die drahtlos verbreiteten Fernsehbilder waren 180zeilige Bilder mit 25 Bildwechseln in der Sekunde.

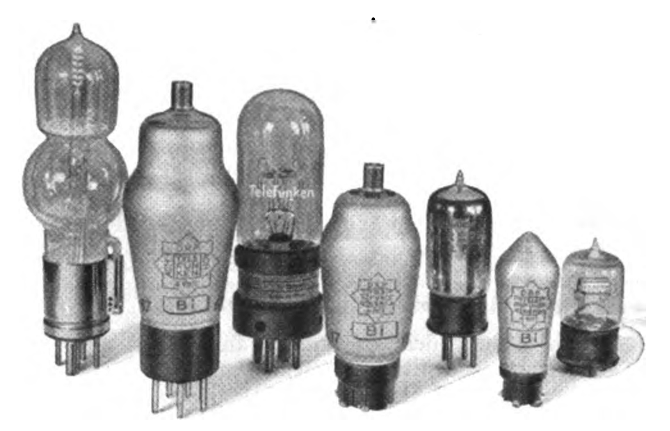


Abb. 2. Überblick über die Röhrenentwicklung der letzten 20 Jahre.

Neben den drahtlosen Fernsehempfängern zeigten die Deutsche Reichspost, die Reichs-Rundfunk-Gesellschaft und die am Fernsehen beteiligten Firmen auf ihren Ständen die neuen Entwicklungen des letzten Jahres. Die Deutsche Reichspost führte eine Gegensehanlage mit 90 Bildern und 25 Bildwechseln in der Sekunde vor. Die Anlage besteht aus zwei Fernsprechzellen, wobei an jeder Zelle ein Geber mit Lichtstrahlabtastung und ein Braunscher Röhrenempfänger angebaut ist, so daß jeder der beiden Gesprächsteilnehmer fernsehmäßig von dem Abtastsender aufgenommen wird und auf dem Braunschen Röhrenempfänger das Bild seines Gesprächspartners sieht. Neben zwei drahtlosen Fernsehempfängern zeigte die Deutsche Reichspost auf ihrem Stand an Hand von Modellen und Bildern den Entwicklungsgang des Fernsehens während der letzten Jahre.

Die Reichs-Rundfunk-Gesellschaft führte einen von der Fernseh-AG. gebauten Großprojektionsempfänger im Betriebe vor. Das drahtlos- oder über Leitungen übertragene 180zeilige Fernsehbild mit 25 Bildwechseln in der Sekunde wird hierbei mit einer Braunschen Röhre auf einen Film aufgenommen, der in einem Schnellverfahren entwickelt, fixiert, gewässert und getrocknet wird, um anschließend durch einen Bildwerfer zu laufen, der das Filmbild in normaler Größe von 2 · 3 m projiziert. Der zugehörige Begleitton wird auf ein Stahlband aufgezeichnet und nach einer der Bildentwicklung entsprechenden Verzögerungszeit vom Stahlband wieder abgenommen. Die Reichs-Rundfunk-Gesellschaft hatte des weiteren einen von Telefunken erbauten Filmgeber für 180 Zeilen und 25 Bildwechsel (Paul-Nipkow-Sender) mit den dazugehörigen Verstärkereinrichtungen ausgestellt.

Von den Firmen Telefunken und Radio AG. D. S. Loewe wurden Zwischenzeilenbilder gezeigt. Bei der üblichen Fernsehabtastung überstreicht bekanntlich der Abtaststrahl das Fernsehbild in der Reihenfolge der Zeilen von oben nach unten in $^{1}/_{25}$ s. Beim Zwischenzeilen-, -Zeilensprung- oder Wobbel-Verfahren überstreicht der Abtaststrahl die 1., 3., 5., 7. Zeile usf. in $^{1}/_{50}$ s, um in der nächsten $^{1}/_{50}$ s die 2., 4., 6., 8. Zeile usf. zu überstreichen. Das Zwischenzeilenbild besteht also aus zwei ineinandergeschobenen 90zeiligen Fernsehbildern, von denen jedes in $^{1}/_{50}$ s abgetastet wird. Das Zwischenzeilenverfahren verwandelt das Bildflimmern in ein Zeilenflimmern, das bei ausreichendem Betrachtungsabstand für den Beschauer verschwindet.

Von Telefunken-Karolus wurde des weiteren eine Vielkanalübertragung mit Glühlampentafel vorgeführt. Eine Tafel mit 10 000 kleinen Glühlampen wird durch 100 Photozellen eines Bildgebers über 100 Kanäle gesteuert, die fortlaufend über die je 100 Lampen enthaltenden 100 Zeilen der Tafel weitergeschaltet werden. Abb. 1 zeigt ein derartig übertragenes Bild auf der Glühlampentafel von 2 · 2 m Seitenlänge. Das Großbildverfahren mit dem Glühlampenfeld dürfte sich vor allem für Propagandazwecke eignen, indem z. B. bei großen Veranstaltungen das Bild des Redners im Großformat wiedergegeben wird.

Besonders zu erwähnen ist noch ein von der Fernseh-AG. mit 320 Bildzeilen und 25 Bildwechseln in der Sekunde vorgeführtes Fernsehbild, das entsprechend der höheren Zeilenzahl rund das dreifache Auflösungsvermögen der bisher üblichen 180zeiligen Fernsehbilder besaß. Mit einem Filmgeber mit mechanischem Zerleger auf der Sendeseite konnte auf einem Empfänger mit Braunscher Röhre ein bemerkenswert klares und schönes Fernsehbild gezeigt werden.

Das Röhrenprogramm 1935/36.

Nach Ablauf des Röhrenfeierjahres sind von den Röhren herstellenden Firmen mehrere Serien neuer Rundfunkröhren auf den Markt gebracht worden. Hierbei ist

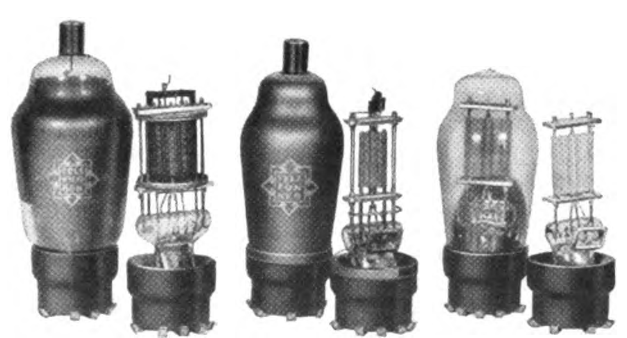


Abb. 3. Röhren für den Volksempfänger.

von grundsätzlichen Neuentwicklungen abgesehen worden, es handelt sich vielmehr im wesentlichen um weitere Durchbildung der bisherigen Röhren und um eine neue Anpassung an die heutigen Anwendungsgebiete; dabei hat sich ein gedrungenerer Aufbau der Systeme ergeben, weshalb auch die Glaskolben verkleinert werden konnten. Abb. 2 zeigt in großen Zügen die Röhrenentwicklung der letzten 20 Jahre. Man erkennt, wie die Röhrenentwicklung zunächst von großen zu kleineren Röhren gegangen ist, wie die Forderung nach höheren Leistungen wiederum eine Vergrößerung der Abmessungen brachte, die aber bei den neuesten Bauarten schon wieder bemerkenswert verkleinert werden konnten. Einer weiteren Verringerung der Aufbauhöhe dient auch der neue stiftlose Außenkontaktsockel, den die beiden Röhren rechts in Abb. 2 zeigen. Durch diese baulichen Maßnahmen wurden die Röhrenabmessungen denen der übrigen Bauteile der Rundfunkempfänger angepaßt und damit eine bessere bauliche Durchbildung der Empfänger ermöglicht.

Bei den neuen Röhren ist man durchweg (bis auf die Batterieröhren) zu einer neuen Schnellheizkathode von 2,5 W Heizleistung übergegangen. Neben dem geringeren Leistungsverbrauch bringt diese Kathode die Annehmlichkeit des schnelleren Anheizens der Rundfunkgeräte mit sich. Für die verschiedenen Heizbedingungen wurden fünf Röhrenreihen geschaffen:

Eine Reihe für 4 V-Wechselstromheizung
„ „ „ 200 mA Heizstrom (Gleich- und Wechselstrom)
„ „ „ 13 V (Autoempfänger)
„ „ „ 6,3 V (Autoempfänger)
„ „ „ 2 V (Batterie).



Abb. 4. Einkreis-Zweiröhrenempfänger.

Die einzelnen Röhrenreihen enthalten folgende Röhrentypen:

Eine Doppelzweipolröhre (Duodiode)
„ Zweipol-Dreipolröhre (Duodiode-Triode) (mit Ausnahme der 2 V-Reihe)
„ Dreipolröhre (Triode)
„ Hochfrequenz-Fünfpolregelröhre (regelbare HF-Pentode)
„ Hochfrequenz-Fünfpolschirmröhre (HF-Pentode)
„ Sechspolröhre (Hexode) (mit Ausnahme für 2 V-Batterieheizung)
„ Achtpolröhre (Oktode)
Verschiedene Fünfpol-Endröhren (Endpentoden).

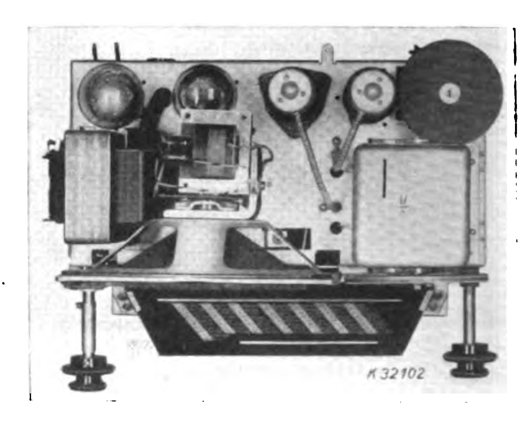


Abb. 5. Innenaufbau eines Zweikreis-Dreiröhrenempfängers.

Die Reihen der 13- und 6,3 V-Röhren sind für die besonderen Verhältnisse der Autoempfänger geschaffen worden. Durch die niedrige Heizleistung der neuen Kathoden bleibt bei Mehrröhrenempfängern die zusätzliche Belastung der Starterbatterie in erträglichen Grenzen.

Für den Volksempfänger, insbesondere für den Allstrom-Volksempfänger ist eine Röhrenreihe mit 55 V-Kathode bei 2,5 W Heizleistung geschaffen worden. Die 55 V-Kathode schafft für 110 und 220 V-Netze besonders einfache Schaltbedingungen. Abb. 3 zeigt die neuen Röhren für den Volksempfänger.

Die Zweivoltbatterie-Röhrenreihe, die noch eine geringere Heizleistung als 2,5 W hat, ist für Kofferempfänger und Bastler entwickelt worden. Man hat sich hierbei auf 2 V eingestellt, um mit einer Akkumulatorenzelle für die Heizung auszukommen.



Rundfunkempfänger.

Die Zahl der neuen Rundfunkempfänger ist auch in diesem Jahr wieder so groß, daß in diesem Bericht nicht alle Industrieempfänger erwähnt werden können. Die im nachfolgenden angegebenen Einzelmuster sollen jeweils nur als Beispiel einer Empfängerart für die vielfach gleichwertigen Erzeugnisse der verschiedenen Firmen gelten.

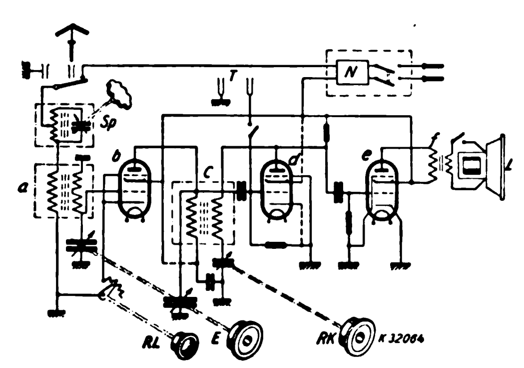


Abb. 6. Schaltbild eines Zweikreis-Dreiröhrenempfängers.

In der äußeren Formgebung der größten Zahl aller Empfänger ist man in diesem Jahr wieder stärker zur Betonung des Technischen zurückgekehrt. Neben Volksempfänger und Arbeitsfrontempfänger, die weiter unten besprochen werden, sind die Empfänger dieses Jahres elektrisch in dem folgenden Schema unterzubringen:

1. Einkreis-Zweiröhrenempfänger
2. Zweikreis-Dreiröhrenempfänger
3. Dreikreis-Mehrröhrenempfänger
4. Superhetempfänger für Rundfunk- und Langwellenbereich
5. Superhetempfänger mit Kurzwellenteil
6. Groß-Superhetempfänger mit allen technischen Möglichkeiten.

Die ersten drei Empfängerarten haben Geradeausschaltung, während die letzten drei, wie schon der Name sagt, Überlagerungsempfänger sind.

Abb. 4 zeigt die geschmackvolle Ausführung eines Einkreis-Zweiröhrenempfängers, Abb. 5 und 6 zeigen Innenaufbau- und Schaltbild eines Zweikreis-Dreiröhrenempfängers. In Abb. 7 ist der Innenaufbau eines Vierröhren-Sechskreis-Superhetempfänger mit Kurzwellenteil dargestellt.

In immer stärkerem Maße treten jetzt Allstromempfänger neben den reinen Wechselstromempfängern auf. Außerdem bemüht sich eine große Zahl von Empfängerherstellern um die Verbesserung der Tonwiedergabe durch leistungsfähigere Endstufen und bessere Lautsprecher. Um zu einer großen, möglichst unverzerrten Ausgangsleistung zu kommen, verwenden einzelne Geräte in der Endstufe zwei Röhren der Type RE 604 in Gegentaktschaltung.

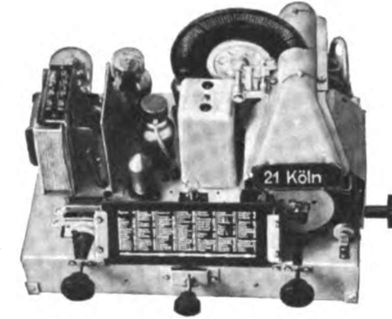
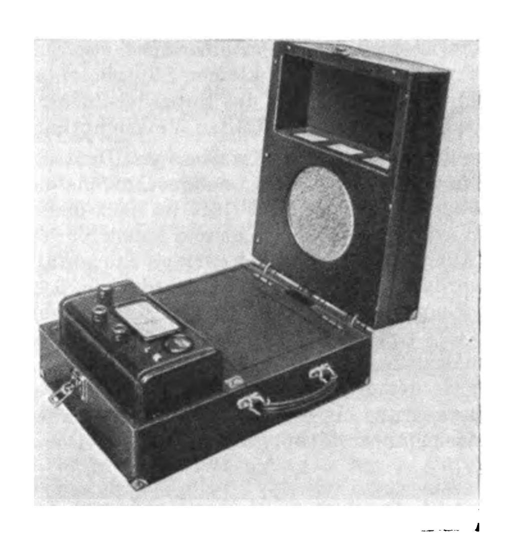


Abb. 7. Vierröhren-Sechskreis-Superhetempfänger.

Andere Geräte haben bei gleichzeitiger Ersparnis der vom Netz entnommenen Leistung mit permanent-dynamischen Lautsprechern eine gute Tonwiedergabe erreicht.

Die Empfänger mit Geradeausschaltung besitzen durchweg Sperrkreise für den Rundfunk und Langwellenbereich. Durch verlustarmen Aufbau erreichen diese Kreise eine bemerkenswerte Sperrtiefe, durch die selbst starke Ortssender befriedigend ausgekoppelt werden können. Sämtliche Hoch- und Zwischenfrequenzkreise werden heute mit Eisenkernspulen ausgerüstet, was die Möglichkeit eines gedrungenen Aufbaus ergibt. Auf Grund der heute erreichten guten Beschaffenheit des Hochfrequenzeisens sind diese Kreise so verlustarm, daß eine hervorragende Abstimmschärfe erreicht wird.


Abb. 8. Koffer-Superhetempfänger.

Bei den hochwertigen Geräten finden sich im übrigen alle die technischen Fortschritte, die die Entwicklung der letzten Jahre gebracht hat. So ist kaum ein Superhetempfänger ohne Fadingausgleich auf dem Markt. Man findet weiter die bekannte Störblende, Schnell- und Langsamgang der Abstimmung, eine Stummabstimmung, die das Einstellen eines Senders ohne ungangenehme Lautsprechergeräusche gestattet, und eine physiologisch richtige Lautstärke- und Klangregelung, bei der das Verhältnis der hohen zu den tiefen Frequenzen bei der Lautstärkeregelung physiologisch richtig mitgeregelt wird. Bei den Groß-Superhetempfängern findet sich auch eine veränderliche Bandbreiteneinstellung, die es beim Empfang ferner Sender gestattet, das günstigste Verhältnis von Trennschärfe und klangrichtiger Wiedergabe einzustellen.


Abb. 9. Supervorsatz für Volksempfänger.

Es sei noch erwähnt, daß alle Empfänger mit Tonabnehmeranschluß für Schallplattenwiedergabe eingerichtet sind. Eine Anzahl von Firmen haben darüber hinaus den Empfänger gleich mit einem Plattenspieler in geschmackvoller Form vereinigt.

Bemerkenswert sind noch einige Sondergeräte. Mit Röhren der oben erwähnten 2 V-Batteriereihe sind Koffer-Superhetempfänger herausgebracht worden. Abb. 8 zeigt einen solchen Superhetempfänger mit 4 Röhren und 6 Kreisen für Mittel- und Langwellenbereich. Er besitzt einen eingebauten dynamischen Lautsprecher mit Dauermagnet und wird durch Batterie gespeist.

Als weitere Sondergeräte sind Autoempfänger zu erwähnen, die auch nach dem Superhetprinzip gebaut sind. In einer eleganten Ausführung eines Autoempfängers ist die Abstimmung durch eine biegsame Welle bis zur Steuersäule geführt.



Als fester Bestandteil des Empfängerbauprogramms treten der Volksempfänger VE 301 und, seit diesem Jahr, der Arbeitsfrontempfänger DAF 1011 auf. Der Volksempfänger, der mit den neuen 55 V-Röhren jetzt auch als Allstromempfänger gebaut wird, findet nach wie vor seine breiten Abnehmerkreise. Zu dem Volksempfänger sind im vergangenen Jahr verschiedene Zusatzgeräte entwickelt worden, die ihn durch einfaches Zusammenschalten zu einem elektrisch hochwertigeren Gerät machen. Bemerkenswert ist hier vor allem ein Superhetvorsatz, der den Volksempfänger zu einem kleinen Superhetempfänger vervollkommnet. Abb. 9 zeigt das Superhet-Zusatzgerät unter einem schematisch dargestellten Volksempfänger.

Der durch Gemeinschaftsarbeit von Deutscher Arbeitsfront und Funkindustrie neugeschaffene Arbeitsfrontempfänger DAF 1011 ist nach dem Grundsatz: „gute Wiedergabe von Sprache und Musik, verhältnismäßig große Ausgangsleistung und geringe Störanfälligkeit" gebaut worden. Bei einem Klirrfaktor von 5 % über den ganzen Empfänger gemessen hat er eine Ausgangsleistung von 2,5 W. Um den Empfang des nächsten Reichssenders auch in Bezirken geringerer Feldstärke sicherzustellen, ist im elektrischen Aufbau eine Hochfrequenzstufe mit Bandfiltereingang und ein Rückkopplungsaudion mit zweifacher Niederfrequenzverstärkung vorgesehen. Der Niederfrequenzteil überträgt ein Frequenzband von 64 bis 6400 Hz. Im äußeren Aufbau, den Abb. 10 zeigt, ist man bewußt von der Anpassung an die Möbelform abgegangen und hat dem Arbeitsfrontempfänger DAF 1011, seiner Zweckbestimmung als Betriebsgerät für den Gemeinschaftsempfang entsprechend, eine streng sachliche Form gegeben.

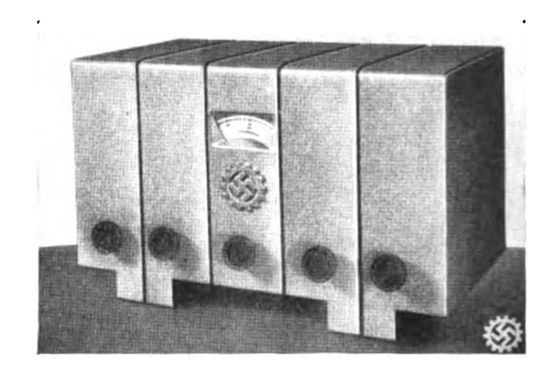


Abb. 10. Arbeitsfrontempfänger DAF 1011.

Einphasen-Induktionsmotoren für Schallplattenantriebe.

621. 313. 333. 025. 1 : 681. 84

Meist für 200 bis 250 V und 50 Hz gebaut, treiben die Motoren, durch Fliehkraftregler mit rd. 1 % Genauigkeit konstant gehalten, den Teller entweder unmittelbar oder über Getriebe mit 78 U/min an[1]). Das Drehmoment am Teller ist mindestens 600 gcm. a) Der unmittelbar antreibende Scheibenmotor, nach dem Ferrarisprinzip gebaut, zeigt auf der einen Seite der Kupferscheibe einen Kern mit Spule hoher Induktivität, auf der anderen Seite, etwas versetzt, eine Spule mit hohem Widerstand oder mit einem Kondensator in Reihe. Die zeitlich und räumlich versetzten Felder erzeugen ein Wanderfeld, das die Scheibe mitnimmt. Ausführungen mit (II) und ohne (I) Kondensator:

I. Nur Widerstand: Zwei Systeme diametral, Kupferscheibe 1,575 mm stark, Durchmesser 152,5 mm, Luftspalt 3,15 mm.
   Messung: 220 V, 50 Hz, 0,5 A, Aufnahme 36 W.
   Drehmoment 450 gcm bei 78 U/min (warm).

II. Mit Kondensator (die Größe ist leider nicht angegeben). Ein System 1,575 mm Scheibenstärke, Durchmesser 152,5 mm, Luftspalt 2,36 mm.
   Messung: 220 V, 50 Hz, 0,27 A, Aufnahme 24 W, 640 gcm.

b) Der Kurzschlußanker-Motor, meist zwei- oder vierpolig, arbeitet über Getriebe etwa 27 : 1 bzw. 13,5 : 1 untersetzt oder unmittelbar gekuppelt, mit rd. 30 Polen und 15 Spulen. Das Ankerpaket ist mit Aluminium ausgespritzt oder hat Kupferstäbe und Ringe. Das Drehfeld wird durch Abschirmbleche erzeugt, die etwa ⅓ des Poles umschließen. Die Abb. 1 und Zahlentafel 1 zeigen sechs verschiedene Ausführungen.

Zahlentafel 1.

		A	C	D	E	F	G
Ausführung . . .		Scheiben-Motor	K.-Anker	K.-Anker	K.-Anker	K.-Anker	K.-Anker
Übersetzung . . .		direkt	14 : 1	30 : 1	16 : 1	10,2 : 1	direkt
Läuferdurchmesser mm		152,5	38,1	31,7	38,1	54	152,5
Läuferlänge mm		—	31,7	31/32	25,4	31,7	19
Polzahl		—	4	2	4	4	30
Leistungsfaktor . .	250 V und 78 U/min	0,43	0,635	0,515	0,56	0,55	0,80
Wirkungsgrad . . .	250 V und 78 U/min	0,17	0,43	0,31	0,40	0,62	0.27
Strom in A	250 V und 78 U/min	0,32	0,082	0,14	0,13	0,13	0,115
Aufnahme in W . .	250 V und 78 U/min	34	13	18	18	18	23

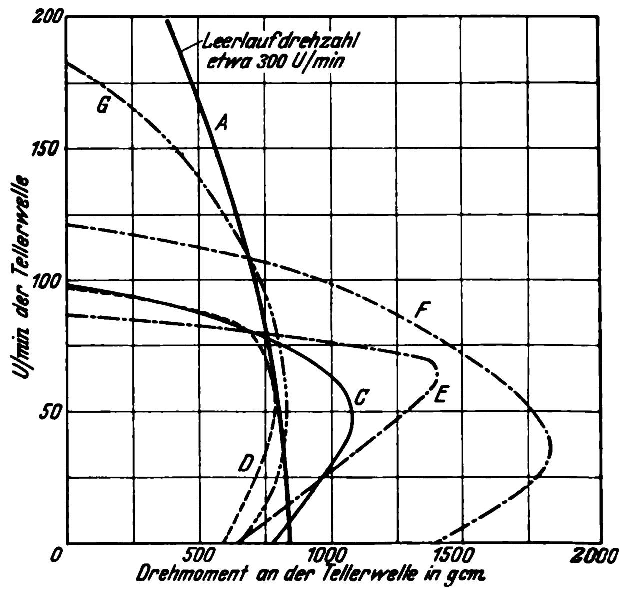


Abb. 1. Kennlinien von Schallplatten-Antriebsmotoren verschiedener Ausführung.

Größere Pollücken werden magnetisch durch Streubleche überbrückt. Z. B. bei Ausführung *C* nimmt das Drehmoment von 400 gcm ohne Streubleche auf 750 gcm mit der Stärke der Bleche zu, um dann wieder zu sinken. Ausführung *D* hat drei Abschirmbleche, die anderen nur eins je Pol. Die Abschirmbleche z. B. der Ausführung *C* bringen das Anzugsmoment von 0 (beim Fehlen) auf 560 gcm, das Kippmoment von 500 auf 900 gcm. Ein Vergleich mit Universal- und Synchronmotoren wäre von großem Interesse gewesen. Das Drehmoment ist mit 600 gcm recht niedrig angegeben, für Schallplattenaufnahmen ist mit dem Drei- bis Vierfachen zu rechnen. *K. Br.*

[1]) E. C. Wadlow, Electrician 114 (1935) S. 511.

RUNDSCHAU.

Leitungen.

621. 315. 21. 004. 6 **Durchschlag eines bewehrten Kabels infolge von Erosion und Wassereintritt.** — Im betrachteten Falle sind sechs eisenbandarmierte Kabel KPA 3 × 150 mm² Kupfer für 10 kV von je 1200 m Länge etwa 0,8 m tief im Erdreich verlegt und führen aus einem Kraftwerk einen steil ansteigenden Hang von 60 m Höhe hinan, um von dort aus waagerecht verlaufend in einer Transformatorenstation zu enden. Das Erdreich besteht überwiegend aus rundem Kieselschotter, ist also sehr wasserdurchlässig. Die Kabel waren sei 1924 in Betrieb und wurden durchschnittlich etwa sechs Monate im Jahre voll belastet. Infolge des großen Höhenunterschiedes zwischen den Kabelendverschlüssen im Kraftwerk und der waagerechten Kabelstrecke wurde im Laufe der Jahre ein großer Teil der Kabeltränkmasse an den Endverschlüssen herausgedrückt. Man kann daher annehmen, daß die Kabel in der Hangstrecke massearm und infolgedessen störungsempfindlich geworden sind.



Abb. 1. Fehlerstelle am 10 kV-Kabel.

Eines Tages trat in diesem Kabelnetz ein Erdschluß auf. Nach Abschalten des beschädigten Kabels wurden Fehlermessungen angestellt. Allgemein wurde erwartet, daß der Fehler in der Hangstrecke liegen würde, jedoch ergab die Messung als Fehlerort eine Stelle, an der, von außen betrachtet, nicht die geringsten Beanspruchungen am Kabel auftreten konnten. Beim Aufschachten der Fehlerstelle begann in einer Tiefe von etwa 0,5 m Wasser herauszuquellen. Dieses Wasser konnte nur aus einer Wasserleitung herrühren, welche an der aufgeschachteten Stelle die Kabelstraße kreuzte. Die Wasserleitung wurde abgesperrt, worauf das Wasser in der Grube rasch versickerte und die Grabarbeiten nunmehr fortgesetzt werden konnten. Nach Abheben der oberen Abdeckplatte der in Sand eingebetteten Kabel zeigte es sich zunächst, daß im Sand unter dem Kabel ein Trichter von etwa 40 cm Dmr. herausgewaschen war. In einem der zwischen den Kabeln eingelegten Ziegelsteine war ebenfalls ein mehr als faustgroßes Loch ganz sauber und rund ausgehöhlt.

Bei der näheren Untersuchung des Kabels wurde an der Unterseite ein Durchschlag festgesetellt. Die Wasserleitung hatte an der dem Durchschlag gegenüberliegenden Stelle ein Loch von etwa 3 mm Dmr. Das schadhafte Kabelstück wurde in einer Länge von etwa 8 m herausgeschnitten und näher untersucht (Abb. 1). Die Durchschlagstelle war ein annähernd kreisrundes Loch von etwa 5 cm Dmr. Der Vorgang muß sich nun in der Weise abgespielt haben, daß das aus der Rohrbruchstelle mit einem Druck von etwa 5 atü herausströmende Wasser die scharfen Sandteilchen der Umgebung mitgerissen und allmählich den Trichter im Erdboden und das Loch im Ziegelstein ausgewaschen hat. Ferner wurde am Kabel zunächst die Juteumspannung, dann die Eisenbandarmierung, schließlich der Bleimantel und zuletzt die Papierisolation ausgescheuert, bis die Isolation soweit geschwächt war, daß eine durch einen Kurzschluß in einem anderen Anlagenteil bedingte Überspannung den Durchschlag auslöste. Der Rohrbruch muß offenbar schon vor langer Zeit aufgetreten sein, wie man aus der beobachteten Zerstörungsarbeit schließen kann. Er war aber nicht bemerkt worden, da die durch den Rohrbruch abfließende Wassermenge im Verhältnis zu der Gesamtfördermenge der betreffenden Pumpanlage verschwindend gering war. Auch konnte rein äußerlich an der Erdoberfläche nichts bemerkt werden, was auf einen Wasserleitungsschaden schließen ließ, weil das Wasser in dem durchlässigen Kiesschotter sofort versickern konnte.

Um eine Wiederholung dieses Schadens in Zukunft zu verhüten, verlegte man die Wasserleitung von dieser Stelle weg. Für das herausgeschnittene Kabelstück wurde ein neues Stück eingesetzt, nachdem zuvor Isolationsmessungen im alten Kabel nach beiden Seiten hin völlig befriedigende Ergebnisse gezeigt hatten. Nach einer Woche Betrieb erfolgte indessen ein neuer Durchschlag im alten Kabel unmittelbar vor der neu eingesetzten Muffe. Aus dem Kabel wurde nunmehr eine Länge von etwa 20 m herausgeschnitten und ersetzt. Aber auch diese Maßnahme war noch ungenügend, obwohl die vorgenommenen Isolationsmessungen einwandfreie Werte ergaben, denn wiederum eine Woche nach Inbetriebnahme schlug das alte Kabel wieder durch, jedoch nach der entgegengesetzten Richtung hin. Auf dieses Vorkommnis hin wurde das alte Kabel Stück für Stück ganz genau geprüft und die Kabeltränkmasse mechanisch und chemisch untersucht. Die Spratzprobe zeigte, daß die Tränkmasse ziemlich viel Wasser enthielt; die chemischen Untersuchungen bestätigten dieses Ergebnis. Die ganze Kabellänge von 220 m war durch eingedrungenes Wasser unbrauchbar geworden und mußte ausgewechselt werden. Die Erklärung ist wohl darin zu suchen, daß das Kabel zwischen Betrieb und Abschaltung „atmet", wobei das Wasser durch Kapillarwirkung in die entstehenden Hohlräume eindringen konnte.

Neben diesen Untersuchungen wurden fortlaufend die Isolation und die Kapazitäten gemessen. Die Isolationsmessungen ergaben im allgemeinen gute Werte, aber die Kapazitätswerte der einzelnen Adern zeigten ziemlich erhebliche Abweichungen voneinander. Man kann daher aus diesem Fall die Folgerung ziehen, daß Isolationsmessungen allein nicht immer eindeutig den Zustand eines Kabels erkennen lassen, sondern daß dazu auch noch die Kapazität und zweckmäßig auch der Verlustwinkel gemessen werden müssen. Immerhin sind solche Fälle, in denen diese umfangreichen und nicht billigen Messungen durchgeführt werden müssen, glücklicherweise selten.

Torsten Müller VDE, Hart.

621. 315. 1 : 621. 317. 333. 4 **Gerät zur Fehlerortbestimmung an Freileitungen.** — Bei Störungen auf Hochspannungs-Freileitungen die Fehlerstelle schnell und mit genügender Genauigkeit bestimmen zu können, ist eine wichtige Forderung der Betriebsleitung eines Netzes. Für die Fehlerortbestimmung an Freileitungen sind Verfahren bekannt, die teils auf der Messung der Wirk- und Blindwiderstände der gestörten Leitung und dem Vergleich dieser Werte mit den Größen der gesunden Leitung beruhen[1]), teils den Rückwurf (Reflexion) von Wanderwellen an der Schadenstelle auf der Leitung mit dem Kathodenstrahloszillographen aufzeichnen[2]). Ein neues Verfahren benutzt ebenfalls den Rückwurf von Wanderwellen, kommt aber dabei ohne Kathodenstrahloszillograph aus. Es beruht auf folgendem Grundsatz: Legt man einen Hochfrequenzerzeuger an einen Leiter der in unbekannter Entfernung von der Meßstelle z. B. gerissen ist und regelt

[1]) H. Poleck, Siemens Z. 10 (1930), S. 88 u. 153, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 10 (1930), S. 298.
[2]) J. Röhrig, ETZ 52 (1931), S. 241 und Crémer-Chapé u. J. Röhrig, Elektrizitätswirtsch. 31 (1932), S. 49.

man die Frequenz allmählich hoch, so zeigt ein Strommesser wiederholt Strömspitzen auf, die bei gleichbleibender Regelgeschwindigkeit in gleichen Zeitabständen aufeinander folgen. Die Stromspitzen kommen dadurch zustande, daß bei bestimmten Frequenzen die in den Leiter einziehenden Hochfrequenzwellen durch die von der Schadenstelle zurückgeworfenen Wellen verstärkt werden, wenn nämlich die Frequenz in einer bestimmten Beziehung zu der Fehlerortentfernung steht. Ein schreibender Strommesser kann die aufeinander folgenden Stromspitzen aufzeichnen. Aus dem Abstand f zweier Spitzen (in Hz ausgedrückt) erhält man die Fehlerentfernung L (in km) nach der Formel $L = v/2f$. Dabei ist v = Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen, die für Freileitungen 300 000 km/s beträgt. Ist die Frequenz, bei der die erste Stromspitze eintritt, gleich dem Frequenzunterschied zwischen zwei Stromspitzen, so ist der Leiter an der Schadenstelle geerdet (Kurzschluß für die Wellen), ist sie gleich der Hälfte davon, so liegt Drahtbruch (offenes Ende) vor. Die ausgeführte Meßeinrichtung erzeugt Hochfrequenz von 100 bis 100 000 Hz durch Überlagerung einer festen Hochfrequenz von 500 kHz mit einer zwischen 500 und 600 kHz regelbaren Frequenz. An einem Einstellknopf kann die Frequenz über den ganzen Regelbereich auf 100 Hz genau abgelesen werden. Der schreibende Strommesser ist ein Gleichstromgerät mit einem vorgeschalteten Gleichrichter und einem parallelgeschalteten Kondensator. Gemessen wird der Spannungsabfall an einem Widerstand von 10 Ω. Der Papierablauf des Meßgerätes und der Regler für die Frequenz werden gemeinsam durch einen dauernd umlaufenden Motor angetrieben, der für die Aufnahmedauer (3 min) elektromagnetisch gekuppelt wird. Dadurch kann der Zeitmaßstab als Frequenzmaßstab dienen. Für die Anwendung aller solcher Meßgeräte ist Voraussetzung, daß die fehlerbehaftete Leitung des Netzes bekannt ist, daß an der Fehlerstelle entweder das Seil gebrochen ist oder Erd- oder Kurzschluß besteht. Schäden an Isolatoren können nur dann festgestellt werden, wenn die Isolation an der Fehlerstelle schlechter als an den übrigen Stellen ist und wenn die Meßspannung zum Überschlag an der Fehlerstelle ausreicht. Die Fehlerentfernung ist auch nicht feststellbar, wenn der Übergangswiderstand an der Fehlerstelle gerade in der Größenordnung des Wellenwiderstandes der Leitung liegt, weil dann die ankommenden Wellenzüge weder zurückgeworfen noch abgebaut werden. Auch an Leitungen mit Abzweigen läßt sich das Verfahren nicht anwenden. [J. E. Allen und G. J. Gross, Electr. Wld. 105 (1935) S. 23.] *Gd.*

Elektromaschinenbau.

621. 316. 94 : 621. 313 **Der Verlauf von Wanderwellen in elektrischen Maschinen und deren Schutz beim Anschluß an Freileitungen.** — Elektrische Maschinen sind durch Überspannungen großer Höhe und steiler Stirn stärker gefährdet als die übrigen Teile elektrischer Anlagen. Werden sie ohne Zwischenschaltung von Transformatoren unmittelbar an Freileitungen angeschlossen, so erscheint es zweckmäßig, geeignete Schutzmaßnahmen gegen Überspannungen vorzusehen. Um Unterlagen für Bemessung und Wirksamkeit von Schutzgeräten einer an eine Freileitung angeschlossenen Maschine zu gewinnen, wurde das Eindringen einer Wanderwelle in die Wicklung einer Einphasen-Synchronmaschine von 34 kVA mittels Kathodenstrahl-Oszillographen in folgenden vier Schaltungen untersucht:

1. Wicklungsende offen,
2. Wicklungsende über den Wellenwiderstand der Maschine mit dem Gehäuse verbunden,
3. Wicklungsende über den halben Wellenwiderstand der Maschine mit dem Gehäuse verbunden,
4. Wicklungsende mit dem Gehäuse kurz verbunden.

Bei offenem Wicklungsende kann die Maschinenwicklung durch eine Leitung folgender Eigenschaften ersetzt werden:

Wellenwiderstand	942 Ω
Fortpflanzungsgeschwindigkeit	94 000 km/s
Dämpfungskonstante	825 m

Ist das Wicklungsende unmittelbar oder über Widerstände geerdet, so wird die Leitungseigenschaft der Maschinenwicklung während der Dauer der Wellenstirn verändert, da die Wicklung in diesem Fall zunächst wie eine Erdkapazität wirkt.

Ein Vergleich mit amerikanischen Arbeiten läßt erkennen, daß der Wellenwiderstand elektrischer Maschinen zwischen dem halben und doppelten Wert des Wellenwiderstandes von Freileitungen liegt. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen in der Maschinenwicklung ist dagegen nicht in bestimmten Grenzen anzugeben: Man kann lediglich sagen, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit auch erheblich unter ⅓ der Lichtgeschwindigkeit liegen kann. Die Steilheit der Welle nimmt innerhalb der Wicklung sehr rasch ab. Die Steilheit am Wicklungsanfang ist durch die Wirkung der Windungskapazität der Wicklung von den Erdungsverhältnissen am Wicklungsende stark abhängig. Die Beanspruchung der Windungsisolation ist für die Anfangswindungen am größten. Der Höchstwert der Spannung zwischen Wicklung und Gehäuse ist bei offenem Wicklungsende an diesem höher als am Wicklungsanfang. Bei Erdung des Wicklungsendes unmittelbar oder über Widerstände nimmt die Beanspruchung der Wicklungsisolation gegen Erde zum Wicklungsende hin ab.

Als Schutz für die Windungs- und Wicklungsisolation von unmittelbar an Freileitungen angeschlossenen Hochspannungsmaschinen sind Maßnahmen zur Verminderung der Steilheit und der Höhe der auflaufenden Überspannungen erforderlich. Die dazu geeigneten Schutzgeräte sind Kondensatoren und Überspannungsableiter. Die abflachende Wirkung von Kondensatoren, die sich rechnerisch ermitteln läßt, wird durch kathodenstrahl-oszillographische Aufnahmen bestätigt. Die Schutzwirkung der Kondensatoren kann beim Vorhandensein von Induktivitäten ohne Widerstandsüberbrückung verschlechtert werden. Durch genügend große Kondensatoren wird neben der abflachenden Wirkung auch eine genügende Absenkung der Wellenhöhe erzielt. Die Verwendung nur kleiner Kondensatoren zur Abflachung und von zusätzlichen Überspannungsableitern zur Absenkung des Spannungshöchstwertes ergibt nach der Untersuchung eine sehr gute Schutzwirkung. [H. Neuhaus u. R. Strigel, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 10, S. 702.]

Apparate und Stromrichter.

621. 316. 57. 064. 45 **Druckluftschalter mit selbsttätig erzeugter Druckluft.** — In Delle ist in Weiterentwicklung des Druckluftschalters mit selbsttätig erzeugter Druckluft für kleine Abschaltleistungen[1]) jetzt ein solcher Schalter für höhere Abschaltleistungen bis zu 200 MVA

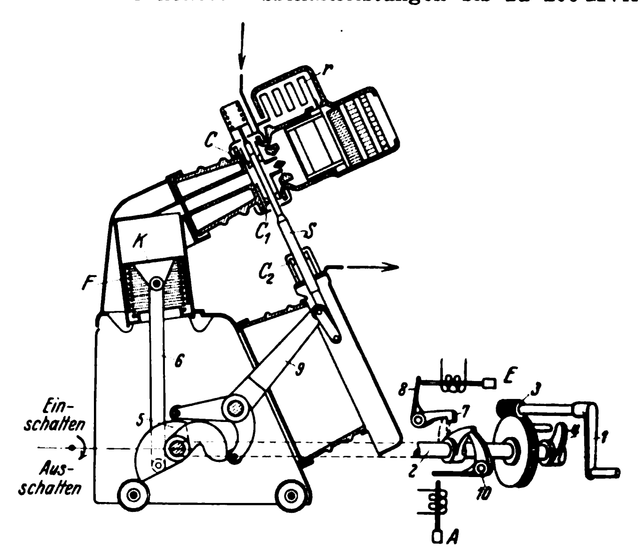


Abb. 2. Druckluftschalter mit selbsttätig erzeugter Druckluft.

hergestellt worden. Die Erzeugung der Druckluft erfolgt ähnlich wie bei dem bisherigen Schalter zwangläufig mit der Schaltbewegung. Die Löschung des Lichtbogens wird außerdem durch Einschalten eines Widerstandes in den Stromkreis erleichtert. Der Widerstand wird nach dem Öffnen der Kontakte vom Lichtbogen selbst eingeschaltet.


1 ETZ 56 (1935) H. 24, S. 681.

Dieses Verfahren ist in Delle schon früher[1]) bei einem Druckluftschalter mit fremderzeugter Druckluft angewendet worden. Abb. 2 zeigt einen solchen Schalter im Schnitt. Der Schalter wird gespannt, indem man mittels der Kurbel *1*, Schneckentrieb *3*, und Nocken *4* die Welle *2* dreht. Dabei wird die Mitnehmerscheibe *5* mitgedreht, die ihrerseits über den Hebel *6* den Kolben *K* nach unten zieht und dadurch die Feder *F* spannt. Die Welle *2* wird gedreht bis der Nocken *7* in den Hebel *8* einhakt. Zum Einschalten wird die Verklinkung *7* mittels der Einschaltspule *E* gelöst. Die Feder *F* stößt nun den Kolben nach oben. Durch den Hebel *6* wird dabei die Mitnehmerscheibe *5* gedreht, die den Isolierschalthebel *9* nach oben drückt und damit den Schalter einschaltet. Die Feder *F* muß dann wieder gespannt werden. Zum Ausschalten wird die Verklinkung *10* mittels der Auslösespule *A* gelöst. Die nun freigegebene Feder *F* stößt den Kolben *K* nach oben, der die im Zylinder enthaltene Luft in die Schaltkammer drückt. Durch die Kolbenbewegung wird die Mitnehmerscheibe *5* gedreht und dadurch der Hebel *9* gekippt, der den Schalter öffnet. Beim Abschalten gleitet der bewegliche Kontakt *S* zunächst in den festen Kontakten C, C_1 und C_2. Während dieser Zeit drückt der Kolben die Luft zusammen. Nachdem sich die Kontakte getrennt haben und der Lichtbogen gezogen ist, wird die Luft in den Lichtbogen gedrückt. Nach dem ersten Erlöschen des Lichtbogens wird der Widerstand *r* in den Stromkreis eingeschaltet. Der Lichtbogen erlischt in der zweiten Halbwelle dann endgültig. Die Hauptvorteile des neuen Schalters sind: Völlig selbsttätiges Arbeiten ohne jede elektrische oder pneumatische Hilfsquelle, sichere Einschaltung, rasche Abschaltung, geräuschloses Arbeiten, und leichte Handhabung. [B r e s s o n, Bull. Soc. franç. Électr. 5 (1935) S. 701.] *dk.*

621. 34 : 621. 61 : 621. 314. 652—58 **Gittersteuerung für den 400 PS-Antriebsmotor eines Saugzuglüfters.** — Ausgehend davon, daß allen bisherigen Regelarten von Saugzuglüftern, die entweder vom Motor oder vom Lüfter ausgehen, gewisse Nachteile anhaften, wurde versuchsweise ein 400 PS-Antriebsmotor mit Gittersteuerung ausgerüstet und in einem Kraftwerk eingebaut. Diese Gittersteuerung sowie die sich hieraus für die Saugzugregelung ergebenden Vorteile werden an Hand der Prüfungsergebnisse eingehend beschrieben. Ein abschließendas Urteil kann allerdings noch nicht gefällt werden, da das Kraftwerk erst später in Betrieb genommen wird. Zunächst kann nur auf das gute Prüfungsergebnis hingewiesen werden, doch muß vor allem die Bewährung der Röhren im Dauerbetrieb abgewartet werden. [Electr. Wld. 106 (1935) S. 35.] *R. Wr.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 361. 029. 5 (73) : 389 **Das Primärnormal für Hochfrequenz in den V. S. Amerika.** — Das Frequenznormal des Bureau of Standard besteht aus zwei unabhängigen Gruppen von Piezooszillatoren. Vier gleiche Piezooszillatoren von 100 kHz bilden die Gruppe I, zwei Oszillatoren von 100 und 200 kHz die Gruppe II. Durch eine Untersetzungsstufe wird von dem 200 kHz-Oszillator ebenfalls eine Ausgangsfrequenz von 100 kHz geschaffen. Die hundertste Untersetzung der Quarzuhren, 1000 Hz, treibt einen Synchronmotor und gestattet die absolute Frequenz der Einheiten täglich auf Grund des Arlington-Zeitsignales zu bestimmen. Die Frequenzänderungen innerhalb kleiner Zeitabschnitte werden durch selbsttätige Schreiber der Frequenzdifferenzen zwischen sämtlichen vorhandenen Piezooszillatoren aufgezeichnet. Die ringförmig geschliffenen Quarze der Oszillatoren werden in Thermostaten unter Glasglocken eingebaut. Temperatur-, Druck- und Feuchtigkeitsschwankungen werden so von den Quarzen ferngehalten. Um die Frequenz der Quarzstufen auf genau 100 kHz einzustellen, werden von den Verfassern drei Wege angegeben: Grobeinstellung durch Änderung des Luftspaltes am Quarzhalter, feinere Regelung durch Änderung des Luftdruckes unter der Glasglocke des Quarzes und feinste Einstellung durch einen Parallelkondensator zum Quarz. Bei einer Höchstkapazität von 5 pF dieses Kondensators ergibt sich eine Regelfähigkeit von $1 \cdot 10^{-8}$ für einen Teilstrich. Die neue Ausführung der Gruppe II und die Art der Stromversorgung für die Quarzoszillatoren wird eingehend beschrieben. Die Verbreitung der Normalfrequenz wird teils durch drahtlose Übertragung, teils durch Leitungen vorgenommen. In den letzten Jahren wurden wöchentlich 4 Stunden Sendungen mit 5000 Hz moduliert für die verschiedenen Laboratorien in den V. S. Amerika ausgeführt. Um für Meßzwecke auch niedrige Normalfrequenzen erzeugen zu können, verwendet man kleine Generatoren, die durch einen mit 1000 Hz gespeisten Synchronmotor angetrieben werden. Man erhält auf diese Weise sehr einfach beispielsweise die zehntausendste Untersetzung der Grundfrequenz von 100 kHz, also 10 Hz. [L. H a l l, E. H e a t o n u. G. L a p h a m, Bur. Stand. J. Res. (1935) S. 85.] *Hze.*

621. 317. 715 **Veränderung der Resonanzkurve eines Saitengalvanometers durch Parallelkondensator.** — Wenn bei einem Saitengalvanometer, dessen Saite in Luft schwingt, die vorhandene geringe Dämpfung (beispielsweise beträgt das Dämpfungsverhältnis 1,5 : 1 bei einer Saiteneigenfrequenz von 250 Hz) nicht ausreicht, so kann man parallel zum Saitengalvanometer einen Kondensator legen. Dadurch wird die Form der Resonanzkurve geändert, es wird aber nicht die Dämpfung im eigentlichen Sinne vergrößert. Die Wirkungsweise des Parallelkondensators beruht darauf, daß von ihm mit wachsender Frequenz immer mehr Strom durchgelassen wird, und daß entsprechend sich der Galvanometerstrom vermindert. Dadurch wird die durch die Resonanz bedingte Vergrößerung des Saitenausschlages mehr oder weniger ausgeglichen. Einige von K o c h und B r ö t z aufgenommene Resonanzkurven von Pt- und Al-Saiten von 3- bzw. 2 μ Dicke ohne und mit Parallelkondensator verschiedener Größe zeigen, wie stark die Resonanzüberhöhung verringert werden kann. Hierbei besteht eine gute Übereinstimmung zwischen Rechnung und Versuch. Bei Kenntnis der Resonanzkurve der Saite ohne Parallelkondensator und aller bei der Betriebsschaltung vorhandenen Widerstände läßt sich ein geeigneter Kondensator angeben, durch den die Resonanzkurve in gewünschter Weise verändert wird. Die veränderte Frequenzabhängigkeit der Phasenverschiebung der Aufzeichnung durch eine Saite mit Parallelkondensator ist unter Umständen zu beachten. [H. W. K o c h u. O. B r ö t z, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 10, S. 688.]

621. 317. 3. 029. 6 **Hochfrequenzmessungen bei 1 m Wellenlänge.** — Die Schwierigkeiten der Messung der Konstanten eines Schwingungskreises nehmen mit steigender Frequenz zu und machen die für langwellige Kreise üblichen Meßgeräte im Bereiche der Meter-Wellen praktisch unbrauchbar. Ursache hierzu ist einerseits die geringe Leistung des Erzeugers, die infolge des Leistungsbedarfes etwaiger Meßgeräte im Schwingungskreise seine feste Kopplung erzwingt und zur Beeinflussung des ersteren führt, anderseits der nicht mehr quasistationäre Stromverlauf im Schwingungskreise selbst. Der von H. G. M ö l l e r angegebene Audion-Wellenmesser benutzt die an sich als störend empfundene Rückwirkung des Meßkreises auf den Primärkreis und beschränkt die Messung auf diesen. Da sich die Beeinflussung durch den Meßkreis sowohl auf die Frequenz, den mittleren Anodenstrom, den mittleren Gitterstrom und den Wechselstrom im Schwingungskreise erstreckt, kann jede dieser Größen zur Messung herangezogen werden. Für quasistationäre langwellige Schwingungskreise wurde der Rückwirkungswiderstand von H. G. Möller zu

$$\mathfrak{R}_r = \frac{\omega^2 L_{12}^2}{2 L_2 d [1 + j (\delta \omega / d)]}$$

berechnet. Für $\frac{\omega^2 L_{12}^2}{d} =$ konst., d. h. für eine gleichmäßige Änderung der Kopplung mit der Dämpfung wird der Rückwirkungswiderstand nur noch abhängig von $\delta \omega / d$. Zur versuchsmäßigen Erfüllung dieser Bedingung wird die Kopplung für verschiedene bekannte Zusatzwiderstände im Meßkreis so gewählt, daß die weiteste Änderung der gemessenen Größe bei Aufnahme der Resonanzkurven ihrem Betrage nach gleich bleibt. Die Breiten der Resonanzkurven, in beliebiger, aber gleicher Höhe bei verschiedenen Zusatzwiderständen in Abhängigkeit der letzteren aufgetragen, liegen auf einer Geraden. Für die Dämpfung Null muß die Breite ebenfalls den Wert Null

[1]) Elektrotechn. u. Maschinenb. 51 (1933) S. 184.

erreichen. Die Gerade schneidet also auf der Abszisse den für die Erreichung dieser Bedingung erforderlichen negativen Zusatzdämpfungswiderstand heraus, der seiner wirklichen Höhe nach dem Dämpfungswiderstand des Meßkreises entspricht.

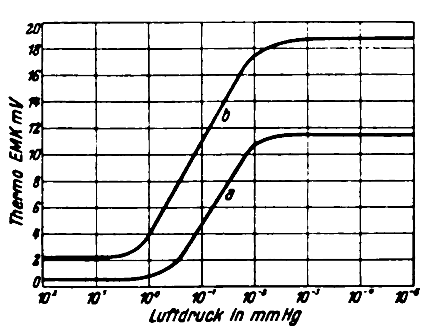
W. A. Krause führt unter Wahrung der oben beschriebenen Gesetzmäßigkeiten des Audion-Wellenmessers die Messung der Dämpfung bei einer Frequenz von $300 \cdot 10^6$ Hz $\sim$ 1 m Wellenlänge durch, wobei er an Stelle der beiden Schwingkreise Lecher-Systeme einführt, die auch für diese Frequenz der Rechnung noch zugänglich sind. Für den Rückwirkungswiderstand findet W. A. Krause in diesem Falle

$$\mathfrak{R}_r = \frac{\omega^2 L_{12}^2}{A\, d' \, [1 + j\,(\Delta / d')]} ,$$

worin A die Ableitung je cm und Δ die Verlagerung des Kurzschlußbügels aus der Resonanzstelle bedeuten. Für $\frac{\omega^2 L_{12}^2}{d'} =$ konst. erhält er Resonanzkurven, die in völliger Übereinstimmung mit dem Audion-Wellenmesser-Verfahren behandelt werden können. Die Meter-Welle wurde nach dem Barkhausenschen Bremsfeldverfahren erzeugt. Durch Vergrößerung der Dämpfung wird lediglich die Schwingungsweite verkleinert. Eine Änderung der Frequenz tritt nicht ein. Der Strom wurde über einen Barretter gemessen, der im Kurzschlußbügel des Primärsystems angeordnet war. Infolge des verschiedenen Einflusses der Verstimmung und Dämpfung weicht der Verlauf der Resonanzkurven von der sonst üblichen Form ab. Er wird durch die Stärke der Kopplung beeinflußt. Wird durch Verschieben der Brücke des Primärsystems der Arbeitspunkt auf den höchsten Wert der Spannung gelegt, so nimmt die Resonanzkurve eine Form an, die sich nur noch unerheblich von der üblichen unterscheidet.

Zur Beseitigung des Strahlungswiderstandes wurde bei dem versuchsmäßigen Aufbau das sekundäre Lecher-System abgeschirmt, indem der zweite Lecherdraht durch ein Rohr ersetzt wurde, das den ersten umschließt. Schwierigkeiten bereitete noch die Ankopplung des Sekundärsystemes, da bei einer Entfernung der Kopplungsschleife zum Rohr von $\lambda/4$ Zurückstrahlungen auftraten, die eine Leistungsaufnahme verhinderten. Durch Einführung einer sehr kurzen Kopplungsschleife konnten diese Schwierigkeiten beseitigt werden. Die Messung erstreckte sich auf 16 Resonanzkurven mit teilweise verschiedenen Zusatzdämpfungswiderständen, die im Kopplungsbügel des Sekundärsystems untergebracht wurden und so geartet waren, daß ihre Widerstandserhöhung durch Stromverdrängung leicht errechnet werden konnte. Die Wahrung der Beziehung $\frac{\omega^2 L_{12}^2}{d'} =$ konst. wurde durch Veränderung der Entfernung zwischen Primär- und Sekundärsystem herbeigeführt, wobei die Umkehrpunkte der Resonanzkurven für verschiedene Dämpfungswiderstände stets angenähert den gleichen Unterschied der Zeigerausschläge am Meßgerät verursachten. Die Übereinstimmung zwischen den gemessenen Werten und dem errechneten Dämpfungswiderstand betrug rd. 1%. — Am Schluß der schönen Arbeit, die eine Vielzahl von Bildern und Zahlenwerten enthält, weist der Verfasser darauf hin, daß auf ähnliche Weise auch die Größen C und L gemessen werden können. [W. A. Krause, Hochfrequenztechn. 45 (1935) S. 128.] *Stk.*

621. 317. 313 **Thermoumformer für Hochfrequenzstrommessungen.** — Von J. Stanek wird ein Überblick über die Bedeutung des Thermoumformers für Hochfrequenzstrommessungen, über die für die Entwicklung geeigneter Thermoumformer einzuhaltenden Richtlinien und über die Betriebsschaltungen von Thermoumformerinstrumenten gegeben. Die Entwicklung von Thermoumformern für empfindliche Messungen setzt ein genaues Abwägen der Wärmebilanz, d. h. der für das Thermoelement wirksamen Wärme zu den Wärmeverlusten durch Strahlung, Leitung und Konvektion, voraus. Die durch Strahlung und Wärmeleitung hervorgerufenen Verluste werden auf Grund der physikalischen Gesetze berechnet, während die Verluste durch Konvektion gemäß den Arbeiten von Fischer und Nusselt berücksichtigt sind. Die Verluste durch Konvektion werden hiernach vom Feuchtigkeitsgehalt, der Temperatur und dem Druck der Luft (Abb. 3) beeinflußt. Da ihr Anteil bei Betrachtung der gesamten Wärmebilanz mit abnehmendem Hitzdrahtdurchmesser stark zunimmt, ist eine Beseitigung dieser Einflüsse für genaue Messungen kleiner Hochfrequenzströme notwendig. Dies geschieht durch einfachen Abschluß von der äußeren Luft (Einschmelzen in ein Glasgefäß) oder noch besser durch Evakuierung dieses Gefäßes, womit eine erhebliche Steigerung der Empfindlichkeit erreicht werden kann. Dargestellte Kurven erhärten diese Ausführungen. Praktisch unvermeidbare geringe Verschiebungen in der Thermospannungscharakteristik



a Heizdraht Nickelchrom mit 8 μ × 10 μ Querschnitt bei 5 mA Heizstrom konstant
b Heizdraht Nickelchrom 0,04 mm Dmr. bei 70 mA Heizstrom konstant

Abb. 3. Thermospannung in Abhängigkeit vom Luftdruck.

treten schon bei Thermoumformern gleicher Nennstromstärken und in erhöhtem Maße bei solchen mit verschiedenen Nennstromstärken auf. Bei festem Zusammenbau werden diese Streuungen mit der Eichung erfaßt. Die Instrumente für mehrere Meßbereiche werden deshalb aber als reine Drehspulspannungsmesser mit 10 mV Meßbereich und 0,2 mA Stromverbrauch ausgeführt und mit ihrer Empfindlichkeit angepaßten auswechselbaren Thermoumformern versehen. Jeder dieser Thermoumformer trägt ein entsprechend geeichtes Ableselineal, mit dessen Hilfe auf einfache Weise der Wert der gemessenen Thermospannung auf den Wert des zu messenden Heizstromes übertragen werden kann. Diese Lösung ermöglicht auch ohne weiteres den Ersatz eines beschädigten Thermoumformers oder die unmittelbare Verwendung des Instrumentes für Gleichstrommessungen. Die garantierte Genauigkeit dieser Instrumente beträgt ± 1%. Im allgemeinen werden höchste Thermospannungen von etwa 12 mV aufgewendet. Die damit geforderte Empfindlichkeit wird von fast allen Bauarten der Drehspulinstrumente erreicht. Die Ausnahmen bzw. Beschränkungen bei Verwendung kleiner Vakuum-Thermoumformer sind angeführt. Mit Thermoumformern sind auf diese Weise Meßbereiche von 5 mA bis 100 A erfaßbar. In besonderen Fällen, z. B. bei größeren Sendern, können Thermoumformer ähnlich wie Nebenschlüsse bei Gleichstrommessern in den Zug der Leitung eingebaut werden. Die dann für die Meßleitungen einzuhaltenden Bedingungen sind näher dargelegt, ebenso besondere Möglichkeiten eines raschen Ersatzes beschädigter Thermoumformer ohne Neueichung. Weiterhin ist die Frage der Überlastbarkeit und der Schutzmaßnahmen gegen Überlastung behandelt. Eine höhere Überlastbarkeit wird durch Bevorzugung der Strahlung gegenüber der Wärmeleitung durch entsprechende Ausbildung des Hitzdrahtes gewonnen. Als Überlastungsschutz dienen näher beschriebene Kurzschlußeinrichtungen oder der Strombegrenzungskondensator. Berücksichtigt sind auch als hauptsächlichste Fehlerquelle bei Messungen mit Thermoumformern die Stromverdrängungserscheinungen. Zum Schluß sind noch ein Hochfrequenzwandler als Hilfsgerät für Ultrakurzwellen-Strommessungen und ein Prüffeldinstrument zur Messung hochfrequenter Spannungen mit kleinstem Meßbereich von 0,6 V beschrieben. [J. Stanek, Siemens-Z. 15 (1935) S. 255.] *Kdn.*

Elektrowärme.

621. 365. 4 : 669. 18 **Ein elektrischer Strahlungsofen zum Schmelzen von Stahl.** — Der Strahlungsofen nach Abb. 4 ist ein waagerechter, zylinderförmiger



Ofen, durch dessen Achse eine Graphitelektrode als Heizkörper geführt ist. Diese Elektrode ist an der einen Seite in einen Graphitzylinder eingeschraubt, während sie an der anderen Seite kegelförmig ausläuft und gefedert ist. Auf eine einfache Weise läßt sich die Elektrode herausnehmen, während der Ofen mit dem Schmelzgut beschickt wird. Ein in einer Stahlgießerei aufgestellter Ofen dieser Ausführung besitzt eine Leistung von 100 kW. Die feuerfeste Auskleidung setzt sich aus einer Magnesitlage von 4 bis 5 cm Dicke, einem Steinmauerwerk und einer besonderen Stampfmasse zusammen. Temperaturen von 1750 ° lassen sich leicht durchführen. Ein Elektromotor dient zum Hin- und Herbewegen des Ofens. Bei einem Ofen

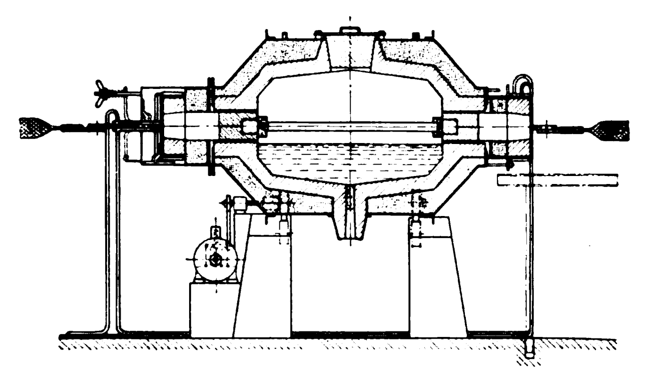


Abb. 4. Schnitt durch einen elektrischen Strahlungsofen.

von 100 kW hat die Elektrode einen Durchmesser von 4 cm und eine Länge von 1,20 m, sie kann für 10 bis 15 Schmelzungen gebraucht werden. Für einen Ofen von 100 kg Inhalt zum Schmelzen von rostbeständigem Chrom-Nickel-Stahl gelten die folgenden Zeitangaben für eine Schmelzung, wobei zu beachten ist, daß der Ofen bereits warm war: Dauer des Beschickens 3 min, Einstellen der Spannung auf 32,5 V, der Stromstärke auf 3000 A, Hin- und Herbewegung des Ofens 12 min nach Einschalten des Stromes, Erhöhung der Spannung auf 40 V, Senken der Stromstärke auf 2480 A nach weiteren 5 min, Temperatur 1750 ° nach weiteren 3 und Abstich nach weiteren 2 min. 5 min nach dem Abstich war der Ofen für die Aufnahme neuen Schmelzgutes bereit. Je Tonne Guß werden 700 kWh benötigt, der Elektrodenabbrand beträgt 2,5 bis 3 kg/t. Der Leistungsfaktor des Ofens ist 0,98, der Ofen selbst benötigt nur wenige elektrische Einrichtungen und arbeitet geräuschlos. Die in ihm herrschende neutrale Atmosphäre ist für die Durchführung des Schmelzvorganges besonders geeignet. [J. Four électr. 44 (1935) S. 249.] *Kp.*

Luftfahrt.

621. 396. 029. 6 : 629. 13 **Dezimeterwellen in der Luftfahrt**[1]). — Die quasioptische Ausbreitung der ultrakurzen Wellen begrenzt deren Reichweite mit der Sicht bzw. den im Schattenraum vorhandenen Wirkungen. Hieraus und aus dem großen prozentualen Wellenbereich bestimmt sich bei gegebener Kanalbreite die Zahl der Verkehrskanäle. Diese ist z. B. bei Überlagerungsempfang, der aber z. Z. noch nicht möglich ist, sehr groß. Bei moduliertem Senden mit 1000 Hz richtet sie sich nach dem Verhältnis der kleinsten zur größten Welle, weil die Kanalbreite von der Durchlaßbreite der Empfänger abhängt. Die Entwicklung wird zeigen, ob die Zahl der Kanäle durch Erhöhung der Wellenkonstanz und Minderung der Durchlaßbreite zu steigern ist.

Die für die Luftfahrt wichtigen Eigenschaften der Dezimeterwellen, wie Ausbreitung, Wirkungsgrad, Betriebssicherheit, Störanfälligkeit, Antennen und Richtbarkeit, werden insbesondere mit den Meterwellen verglichen. Bei der quasioptischen Ausbreitung fehlen Einflüsse der Heavisideschicht und des Erdbodens bis auf Ausnahmen oberhalb 5 m Wellenlänge. Weil der schattenwerfende bzw. reflektierende Körper groß zur Welle sein muß, müssen dessen Abmessungen bei den Meterwellen viele Meter betragen bei den Dezimeterwellen genügen schon wenige Meter und bei den Zentimeterwellen sogar schon Dezimeter. Ein Flugzeug ist also für die Meterwelle zu klein. Die Ausnutzung des Flugzeugschattens z. B. als Ersatz der Positionslichter zwingt daher zur Dezimeter- bzw. Zentimeterwelle. Große Reichweiten dagegen geben den Meterwellen den Vorzug. Die Erdbodenleitung mindert sich mit abnehmender Welle und kommt für die Dezimeter- und Zentimeterwellen kaum mehr in Frage, weil der Kapazitätswiderstand der Erde, dann dem Leitungswiderstand vergleichbar, meist viel kleiner als dieser ist. Die Ausbreitung längs der Erdoberfläche ist also der an einem Kondensatorfeld vergleichbar; die Grenzfläche wirkt teils reflektierend, teils absorbierend. Sind hierbei Leitungs- und Verschiebungswiderstand etwa gleich, wird der Ausbreitungsvorgang merkbar gedämpft. Die Erdoberfläche wirkt hier wie eine Art Wellensumpf. Ähnliches bewirken Gegenstände von der Größenordnung der Welle: für Meterwellen Wald- oder Buschwerk, für Dezimeterwellen schon Gräser und dergleichen. Bei Verkehr über See können daher solche Störungen je nach der Größe der Wasserwellen für alle drei Bereiche auftreten. Die absorbierend und zerstreuend wirkende Erdoberfläche wirkt dann herabbeugend und damit empfangsschwächend je nach ihrer Beschaffenheit und der Größe der Wellenlänge. Je nach Höhe der Anlagen über dem Erdboden kann sich hierdurch ein gewisser Vorteil der Dezimeter- und Zentimeterwellen gegenüber den Meterwellen ergeben. Für fliegende Luftfahrzeuge sind diese Erwägungen von geringer Bedeutung.

Hinsichtlich Wirkungsgrad und Betriebssicherheit sind die Meterwellen den Dezimeter- oder gar Zentimeterwellen noch überlegen. Die ersteren erfordern Bremsschaltungen, die Wirkungsgrad und Betriebssicherheit mindern. Besonders treten Schwierigkeiten bei der Empfängerrückkopplung auf. Die von Habann schon vor Jahren angegebene, als „Magnetron" bezeichnete Senderöhre hat in der heutigen Form mit geteilter walzenförmiger Anode und symmetrisch angeschlossenem Schwingungskreis für ultrakurze Wellen Bedeutung gewonnen. Weiterhin sind die mit Barkhausen-Bremsschaltungen arbeitenden Röhren wesentlich verbessert; besonders in Deutschland wurde sicheres Arbeiten bis herab zu 40 cm hiermit erzielt, im Ausland bei noch 2 Dezimeter. Es wird noch lange Zeit dauern, bis die Dezimeterwellen hinsichtlich Wirkungsgrad usw. den Meterwellen gleichkommen.

Beim Empfang fallen fast alle die Störungen fort, die bei langen und kurzen Wellen auftreten. Motorzündungen verursachen Störungen, die bei Flugzeugen entsprechende Abwehrmaßnahmen bedingen. Für die Meterwellen genügt die heute erreichte Entstörung; ob auch für die Dezimeter- oder gar Zentimeterwellen, kann erst nach Versuchen im Flugzeug mit entsprechenden Empfängern beurteilt werden. — Die Zusammenhänge zwischen Wirkungsgrad und Antennenlänge werden im Bild gezeigt mit dem Ergebnis, daß hierbei die Meterwellen zum mindesten nicht ungeeigneter sind als die kürzeren Dezimeterwellen. Bündelung der Strahlung würde schon bei der 10 cm-Welle Antennengebilde von wenigstens ½ bis 1 m Durchmesser erfordern, was aerodynamisch untragbar ist. Hierfür kämen die — praktisch aber noch nicht erprobten — Zentimeterwellen in Frage. Bei Richtanordnungen auf der Erde entfallen diese räumlichen Schwierigkeiten.

Eine Bevorzugung der Dezimeter- gegenüber den Meterwellen ist heute unbegründet. Die Entwicklung ist aber wegen der näheren Erforschung der Zentimeterwellen vorwärtszutreiben. Es fehlen noch Erfahrungen über ihre Ausbreitung bei Regen usw. — Die Arbeit schließt mit Angaben über praktische Versuche mit der Dezimeterwelle. [W. Hahnemann, Lorenz-Ber.[1]) H. 6 (1935) S. 3.] *So.*

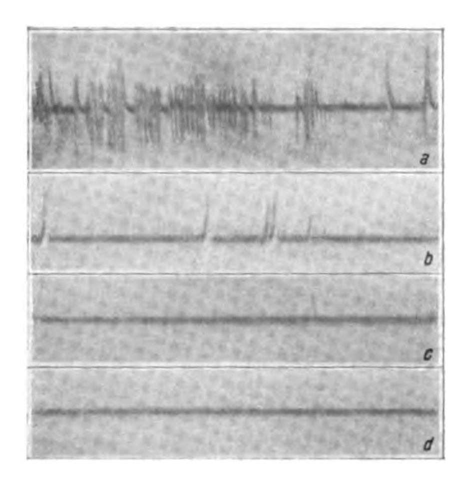
Verkehrstechnik.

621. 396. 823 **Zur Bekämpfung der durch elektrische Bahnen verursachten Rundfunkstörungen.** — Der Rundfunk ist Allgemeingut des Volkes. Dieser Grundsatz verpflichtet heute alle Stellen, dafür Sorge zu tragen, daß die Güte der Funksendung bis zur erreichbaren Grenze getrieben wird. Für die Unterdrückung der hochfrequenten Störspannungen bei Bahnen hat die Technik im Laufe der Zeit eine Reihe von Mitteln angegeben, die sich je nach der Art der Bahnen und ihrer Stromversorgung unterscheiden. Die Beobachtung hat gezeigt, daß die störende Beeinflussung des Funkempfanges in erster Linie von den

[1]) Siehe a. S. 1261 d. Heftes.

[1]) Vgl. a. Elektr. Nachr.-Techn. 6 (1929) H. 9; 7 (1930) H. 1.

Stromabnehmern ausgeht. Die durch die Funkenbildung zwischen Stromabnehmer und Fahrleitung erzeugten Hochfrequenzspannungen finden über das ausgedehnte Fahrleitungsnetz eine weite Ausbreitung und erreichen auf diesem Wege unmittelbar oder unter Vermittlung von Sekundärstrahlern die Empfangsantennen. Messungen haben gezeigt, daß die Reichweiten dieser Störungen mehrere Kilometer betragen können. Sie können durch die Anwendung geeigneter Stromabnehmer und Schleifstücke praktisch auf ein durchaus erträgliches Maß herabgemindert werden. Eingehende Versuche haben, wie Abb. 5 zeigt, ergeben, daß die Kohle den weitaus besten Werkstoff für die Schleifstücke darstellt.



Belastungsstrom 1 A

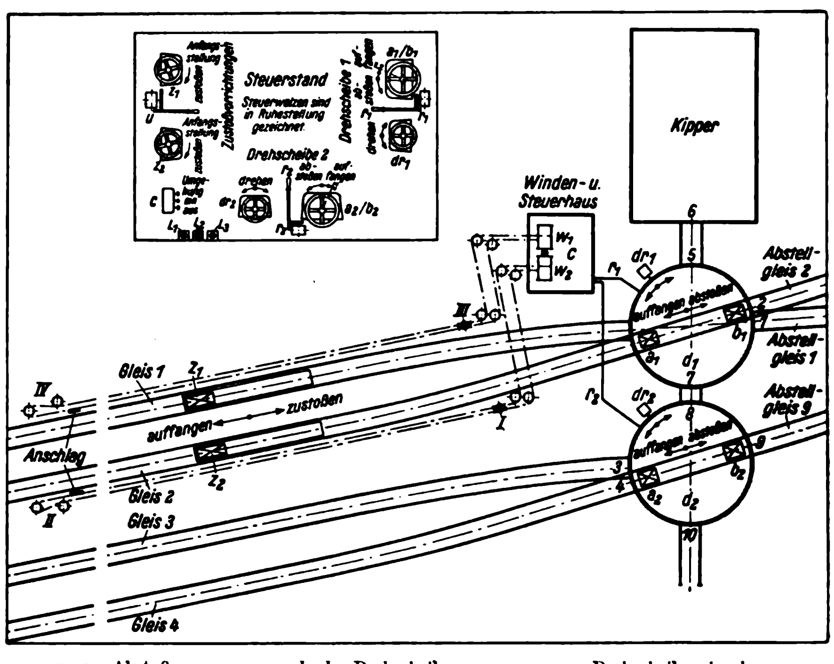
a Aluminium *b* Bronze *c* Zink *d* Kohle

Abb. 5. Oszillogramm der Rundfunkstörungen bei Schleifstücken aus verschiedenen Baustoffen.

Während die Verwendung von Kohleschleifstücken ein Mittel zur Bekämpfung der Störquelle darstellt, geht man jetzt daran, die Ausbreitung der hochfrequenten Störungen über das Fahrleitungsnetz zu verhindern. Durch Einschalten von Kondensatoren zwischen Fahrdraht und Schiene ist es möglich, die Störspannung zu begrenzen. Solche Kondensatoren werden in verschiedenen Ausführungsformen hergestellt. Kapazität, Prüfspannung und Aufbau des Gerätes sind so gewählt, daß einmal eine ausreichende Absenkung der hochfrequenten Störspannung erreicht wird und zum anderen die Betriebsbedingungen der betreffenden Bahnanlage in keiner Weise beeinträchtigt werden. Je nach den vorhandenen finanziellen Mitteln kann eine stufenweise Entstörung vorgenommen werden. Auch ist eine kapazitiv beschaltete Fahrleitungsstrecke weit weniger gewittergefährdet. Ein zusätzlicher Gewitterschutz kann durch Einschaltung von Kathodenfallableitern erreicht werden. Im allgemeinen genügt die Einschaltung von Kondensatoren in Abständen von 35 bis 70 m, um eine ausreichende Verminderung der Rundfunkstörung zu erhalten und die Anordnung eines Kathodenfallableiters auf einen Streckenabschnitt von etwa 1 bis 3 km. [E. Restle u. O. Schneider, Siemens-Z. 15 (1935) S. 397.] *Sb.*

Elektrische Antriebe.

621. 34 : 656. 21 **Verschiebeanlagen ohne Lokomotiven.** — Auf Bahnhöfen und Güterumschlagplätzen geschieht das Verschieben (Rangieren) der Bahnwagen im allgemeinen mit Lokomotiven unter teilweiser Benutzung von Ablaufbergen. In den letzten Jahren sind auch mehr oder minder selbsttätig arbeitende Verschiebeanlagen gebaut worden. So wurden zwei Verschiebeanlagen (Ablaufanlagen) für die Bahnhöfe Dresden-Friedrichstadt und Chemnitz-Hilbersdorf der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft mit elektrischen Ausrüstungen versehen. Diese Anlagen sind seit einigen Jahren einwandfrei in Betrieb, sie setzen aber das Vorhandensein von Ablaufbergen und damit ein besonders geeignetes Gelände voraus. — Eine neuartige, elektrisch ferngesteuerte Verschiebeanlage wurde für die holländische Staatsbahn von den Siemens-Schuckertwerken ausgerüstet. Sie bildet einen Teil einer Kohlenumschlaganlage. Die bahnseitig ankommenden und mit Kohle beladenen Bahnwagen werden ohne Lokomotiven mittels elektrisch betriebenen Beschleunigungs- und Verzögerungswagen einem Kipper zugeführt und durch diesen in bereitstehende Kähne entleert, durch die die Kohlen auf



a_1, a_2 Abstoßwagen; b_1, b_2 Bremswagen; c Seilwinde; d_1, d_2 Drehscheiben; dr_1, dr_2 Drehscheibenantriebe; r_1, r_2 Drehscheibenriegel; w_1, w_2 Windentrommel 1 und 2; z_1, z_2 Zustoßwagen

Abb. 6. Lageplan der Verschiebeanlage mit Steuergeräten im Steuerstand.

dem Wasserwege weiter verfrachtet werden. Ein ganzer Zug abgekuppelter Bahnwagen wird zu Beginn des Verschiebevorganges an ein endloses Seil angeschlagen (Abb. 6) und der erste Bahnwagen kommt in den Bereich

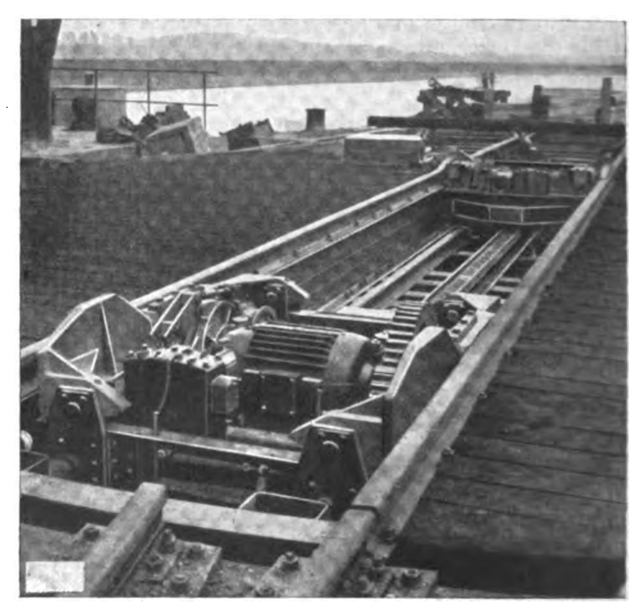


Abb. 7. Abstoß- und Bremswagen in Auffangstellung auf der Drehscheibe; Schutzkappen abgenommen.

eines Zustoßwagens, der zwischen den Schienen fährt und den Bahnwagen von unten an den Rädern faßt und in Richtung einer Drehscheibe abstößt. Auf dieser Drehscheibe wird der Bahnwagen von einem Bremswagen aufgefangen und dann von einem Abstoßwagen gefaßt (Abb. 7). Nachdem die Drehscheibe nach dem Kipper zu

gedreht ist, wird der Bahnwagen auf die Kipperplattform abgestoßen. Er wird dann durch Kippen in den Kahn entleert. Durch einseitiges Anheben der Plattform rollt er dann von der schiefgestellten Plattform über die Zustoß-Drehscheibe hinweg und wird auf einer zweiten Drehscheibe von einem Bremswagen aufgefangen und wieder von einem Abstoßwagen gefaßt. Die Drehscheibe wird nun auf eines der Abstellgleise gedreht und der entleerte Bahnwagen auf das jeweilige Abstellgleis abgestoßen. Dieser Vorgang wiederholt sich für die folgenden Bahnwagen in der gleichen Weise. Die elektrische Steuerung ist so ausgeführt, daß durch bestimmte Blockierungen der einzelnen Bewegungsvorgänge Fehlschaltungen vermieden werden. Im Gegensatz zu dem üblichen Rangierbetrieb mit Lokomotiven ermöglicht eine Anlage dieser Art, den gesamten Betrieb von einer zentralen Steuerstelle aus zu bedienen. Die Bedienung der Steuergeräte im Steuerturm ist sehr einfach, da ein Teil der Schaltungen selbsttätig abläuft. [H. Röhler u. H. Enke, Siemens-Z. 15 (1935) H. 1, S. 6.] *Sb.*

Fernmeldetechnik.

621. 395. 8 : 621. 395. 5 (100) **Geräuschgrenzen in langen zwischenstaatlichen Fernleitungen.** — Da die Fernsprechverstärker zusammen mit den Sprechströmen auch die Fremdströme verstärken, setzen sich die am Ende einer Fernleitung auftretenden Leitungsgeräusche aus Beiträgen zusammen, die aus allen Verstärkerabschnitten herrühren. Bei der großen Länge, die zwischenstaatliche Leitungen haben können, ist die Zahl dieser Abschnitte so groß, daß der Beitrag jedes Abschnittes zu dem Gesamtgeräusch nur sehr klein sein darf. Günstig ist dabei, daß die Geräusche im allgemeinen voneinander unabhängig sind und sich daher nach Art eines Effektivwertes zusammensetzen; 100 Felder mit gleichem Geräusch geben nur das 10fache Geräusch eines Feldes. Die Hauptquellen der Geräusche sind neben der Einwirkung benachbarter Starkstromleitungen das Übersprechen und die Verstärkergeräusche. J. Collard untersucht für eine lange Fernleitung von 100 Verstärkerfeldern die günstigste Aufteilung des vom Zwischenstaatlichen Beratenden Ausschuß für den Fernsprechweitverkehr zugelassenen Gesamtgeräusches (2 mV Geräusch-EMK am Ende der Leitung) auf die genannten Quellen. Er findet dabei, daß das Verstärkergeräusch durch geeigneten Aufbau der Verstärker praktisch unterdrückt werden kann; es liefert im ganzen nur $^1/_5$ des Grenzwertes, also $^1/_{25}$ der Summe der Quadrate. Das Übersprechen allein ergibt ½ des Grenzwertes, so daß für die Starkstromgeräusche noch etwa 0,87 des Grenzwertes, entsprechend ¾ der Summe der Quadrate übrigbleiben. Berücksichtigt man außerdem, daß wohl alle Felder Übersprechen liefern, aber nur ein Teil (gerechnet wird mit 30 %) Starkstromgeräusche, so ergibt sich eine Geräusch-EMK von 0,08 mV als Grenzwert für das Ende eines Verstärkerabschnittes, also einen Punkt, an dem der Pegel um 12 db niedriger ist als am Ende der Leitung. Wenn auch diese Berechnung im einzelnen noch nicht als endgültig anzusehen ist, so ist sie doch ihrem Kern nach richtig und zeigt deutlich, daß mit Rücksicht auf die Ausdehnung des zwischenstaatlichen Fernsprechverkehrs die Geräusche in den einzelnen Teilstrecken, und besonders ihr Hauptanteil, die Starkstromgeräusche, möglichst niedrig gehalten werden müssen. [J. Collard, Elektr. Nachr.-Wes. 13 (1935) S. 135.] *Kl.*

621. 396. 671. 029. 6 : 534. 2 **Untersuchungen über das Strahlungsfeld von Ultrakurzwellen-Antennen**[1]). — Für die Beurteilung der Ausbreitungsvorgänge ultrakurzer Wellen ist zunächst die Kenntnis der Strahlungsverhältnisse der Antennen maßgebend, die durch die senkrechte und waagerechte Strahlungskennlinie wiedergegeben werden. Die senkrechte Strahlungskennlinie gibt den Verlauf der Feldstärke an, den man auf einem Halbkreisbogen, in dessen Mittelpunkt die Sendeantenne liegt, in einer senkrechten Ebene über der Erdoberfläche messen kann. Der Verlauf dieser Strahlungskennlinie hängt wesentlich von den Reflexionseigenschaften des Erdbodens ab, also von der Leitfähigkeit σ und der Dielektrizitätskonstante ε der Erde sowie auch von der Höhe der Antenne über der Erde. Es werden die aus der Optik bekannten Fresnelschen Gleichungen für das Reflexionsgesetz komplex angesetzt, da in dem betrachteten Ultrakurzwellenbereich im Gegensatz zur Optik die Leitfähigkeit noch mitberücksichtigt werden muß. Abb. 8 zeigt für eine vertikale $\lambda/4$-Antenne auf dem Erdboden die Vertikalkennlinien der Strahlung für verschiedene Leitfähigkeiten des Erdbodens in kartesischen (links) und Polarkoordinaten (rechts). Dabei ist die Leitfähigkeit bei Kurve *6* als Idealfall unendlich groß angenommen, bei Kurve *1* am kleinsten. Die gleiche Strahlungs-

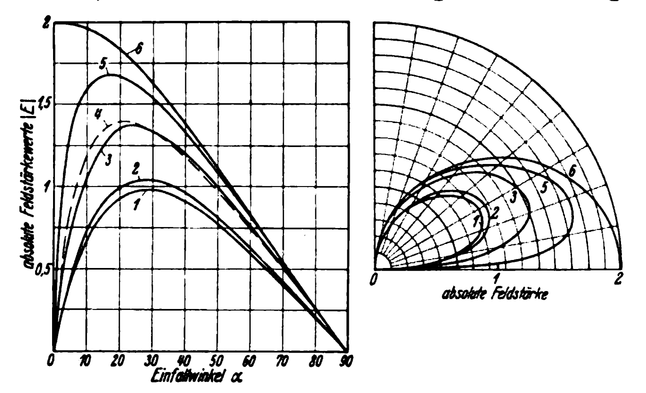


Abb. 8. Senkrechte Strahlungskennlinie einer $\lambda/4$-Antenne über verschiedenem Erdboden.

kennlinie für eine Antenne, die 10 Wellenlängen hoch über der Erde, also etwa auf einem Funkturm angebracht ist, zeigt Abb. 9. Die Rechnung stimmt gut überein mit Messungen der Feldstärke, die im Flugzeug ausgeführt wurden. Durch solche Flugmessungen ist es möglich, durch Bestimmung des Winkels der Strahlungskennlinie, an der die einzelnen Blätter verschwinden (Abb. 9 bei etwa 18°

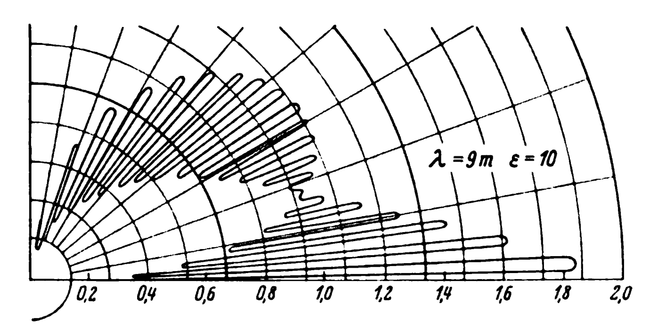
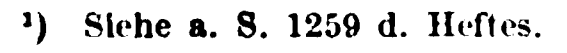


Abb. 9. Senkrechte Strahlungskennlinie eines senkrechten Dipols in einer Höhe von 10 Wellenlängen über dem Erdboden.

Erhebungswinkel), die Leitfähigkeit und Dielektrizitätskonstante der Erde festzustellen. Dieser Winkel entspricht dem aus der Optik bekannten Brewsterschen Polarisationswinkel. Schließlich wird auf Zusammenhänge zwischen der Ausbreitung ultrakurzer und langer Wellen hingewiesen. Es wird betont, daß Rechnung und Messung bei ultrakurzen Wellen deshalb so gut übereinstimmen, weil hier die Meßentfernungen im Vergleich zur Wellenlänge immer groß sind (einige Meter Wellenlänge, einige Kilometer Meßentfernung), so daß annähernd ebene Wellen sich ausgebildet haben, für die das Rechenverfahren gilt. Bei langen Wellen muß man die Rechnung genauer (etwa in zweiter Näherung) durchführen, um zu Ergebnissen zu gelangen, die auch hier mit der Messung übereinstimmen. Die Rechnung ist angegeben und die grundsätzliche Übereinstimmung mit der Messung gezeigt. [P. von Handel u. W. Pfister, Z. Hochfrequenztechn. 46 (1935) S. 8.] *Sb.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

621. 315. 5. 017. 71 **Vergleich der Erwärmung von blanken und isolierten zylindrischen Leitern.** — In einer theoretischen Untersuchung über die Erwärmung von blanken und isolierten zylindrischen Leitern kommt W. Brügger zu dem Ergebnis, daß man durch Isoliermittel die Wärmeabfuhr eines blanken Leiters zwecks höherer Belastbarkeit steigern kann. B. geht dabei von der Überlegung aus, daß namentlich bei Leitungen kleinen Querschnittes der größte Teil des Wärmewiderstandes in der Übergangsstelle Leiter/Luft liegt. Diesen Übergang



[1]) Siehe a. S. 1259 d. Heftes.

kann man verbessern, indem man die kühlende Oberfläche vergrößert, und zwar unter Zuhilfenahme des vielfach an sich erforderlichen Isoliermaterials. Das gewünschte Ziel wird erreicht, wenn der Wärmedurchgangswiderstand des Isoliermaterials kleiner ist als die Verminderung des Wärmeübergangswiderstandes durch Vergrößerung der abkühlenden Oberfläche. Schon hieraus ergibt sich, daß diese Maßnahme hauptsächlich bei Leitern kleinen Querschnittes Erfolg verspricht. Brügger unterbaut seine Überlegungen durch eingehende mathematische Ableitungen; es wird ein Nomogramm entwickelt, aus welchem für einen gegebenen Leiterdurchmesser ohne weiteres der Isolationsauftrag abgelesen werden kann, welcher gleichen thermischen Widerstand ergibt, wie der blanke Leiter für sich hat. Ebenso wird die Beziehung abgeleitet, welche auf den günstigsten Isolationsauftrag, d. h. auf bestmögliche Kühlwirkung, führt. Selbstverständlich hängt das Ergebnis von dem Wärmeübergang einer Fläche in ruhender Luft und ebenso von der Wärmeleitzahl der verwendeten Isolierstoffe ab. In diesem Zusammenhang sei auf die Untersuchung von A. Meißner, Berlin, verwiesen[1]), dortselbst sind Mischungen von Isolierstoffen angegeben, welche besonders niedrige Wärmewiderstände aufweisen. Das von B. durchgerechnete Beispiel wirkt deshalb nicht sehr überzeugend, weil hier ein Isoliermaterial mit verhältnismäßig hohem Wärmewiderstand eingesetzt worden ist. Allgemein ist aber aus den Ausführungen zu entnehmen, daß man bei Wahl geeigneter Stoffe auf diesem Wege eine beachtliche Ersparnis an Kupfer und damit vielleicht insgesamt eine ins Gewicht fallende Verkleinerung von Konstruktionsteilen elektrischer Geräte verwirklichen kann. [W. Brügger, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) S. 412.] *Lr.*

Hochspannungstechnik.

537.523 **Die Druckverhältnisse bei der dunklen Entladung (Korona).** — Radonjitch und Thoma haben Versuche unternommen, um die Drucksteigerung zu klären, die bei der dunklen Entladung (Korona) in einem geschlossenen Raum entsteht. J. Kunz[2]) hatte eine Theorie entwickelt, nach der diese Drucksteigerung eine Folge der dabei stattfindenden Ionisation allein sein soll, und Warner[3]) hatte diese Theorie durch seine Versuche bestätigt. Die Versuche von Warner sollten unter anderen Bedingungen wiederholt und erweitert, die Theorie von Kunz nachgeprüft werden. Ferner sollte festgestellt werden, wie die Druckverhältnisse von der angelegten Spannung, von dem Stoff des Drahtes, von der verwendeten Gasart und von der Größe des Gefäßinhalts abhängen.

Ergebnisse. — 1) Die Drucksteigerung ist proportional dem statischen Druck in der Glasglocke. Die dunkle Entladung setzt bei kleineren statischen Drucken früher ein als bei größeren. 2) Die Drucksteigerung als Funktion der Zeit bei konstant gehaltenem Strom zeigt einen exponentiellen Anstieg. Bei späteren Versuchen ergab sich, daß die Drucksteigerung schneller zu demselben Endwert gelangt als bei den vorhergehenden Versuchen. 3) Was die Abhängigkeit des Druckanstieges vom Gefäßinhalt betrifft, so ist die Drucksteigerung umgekehrt proportional dem Inhalt. Verkleinert man die Wandabstände, ohne dabei den Rauminhalt zu verändern, so ergibt sich die gleiche Wirkung wie bei der Inhaltsverkleinerung. 4) Das Drahtmetall hat auf die Drucksteigerung sowie auf das Einsetzen der dunklen Entladung keinen Einfluß. 5) Um zu untersuchen, ob die Drucksteigerung bei der dunklen Entladung nicht in der Hauptsache nur eine Wärmeerscheinung ist, wurde die gleiche Versuchsanordnung mit Widerstandsdrähten bespannt. Diese Drähte wurden mit Gleichstrom geheizt, so daß die gleiche Joulesche Wärme erzeugt wurde. Die erhaltenen Kurven zeigen genau den gleichen Verlauf wie die Drucksteigerungskurven bei der dunklen Entladung, so daß man annehmen kann, daß die Drucksteigerung bei der dunklen Entladung hauptsächlich eine Temperaturerscheinung ist. 6) Die Theorie von J. Kunz und das von ihm entwickelte lineare Gesetz werden damit hinfällig. Warner mußte die Kunzschen Ergebnisse bestätigen, weil er den Wärmeversuch nicht vorgenommen hat; er glaubte, daß die Zeit zur Drucksteigerung bei der beim Versuch auftretenden Erwärmung viel größer sei als seine Beobachtungszeit. Aus den von den Verfassern vorgenommenen Messungen geht aber hervor, daß die Drucksteigerung auch bei dem reinen Wärmeversuch genau so schnell einsetzt wie bei der Korona, daß die entwickelte Wärme also den Ausschlag gibt. Die theoretische Deutung der Ergebnisse erklärt neben dem exponentiellen Verlauf aber außerdem noch die Tatsache, daß die Drucksteigerung in verschiedenen Gasen verschieden ist, wie auch schon Warner gefunden hatte. [M. Radonjitch u. A. Thoma, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 10, S. 692.]

[1]) ETZ 55 (1934) S. 1193 u. 1218.
[2]) J. Kunz, Physic. Rev. 8 (1916) S. 28.
[3]) H. Warner, Physic. Rev. 8 (1916) S. 285.

AUS LETZTER ZEIT.

Die Weltringsendung des Rundfunks. — Am 27. 10. hat die Reichs-Rundfunk-Gesellschaft eine Weltringsendung „Jugend singt über die Grenzen" durchgeführt. An der Sendung wirkten 31 über den ganzen Erdball verteilte Länder mit. Im Fernamt Berlin liefen drei voneinander getrennte Leitungsnetze zusammen. Im ersten Netz, das die Sendungen heranbrachte, und im zweiten, das sie wieder auf die Sender der Länder verteilte, lagen vorwiegend Rundfunk-Kabelleitungen mit einem Übertragungsbereich von 50 bis 6400 Hz. Das dritte Netz diente der Verständigung zwischen Berlin und den Hauptstädten der einzelnen Länder. Zur Verbindung mit Übersee waren Kurzwellensender eingesetzt, außerdem waren die Beiträge der Überseeländer sicherheitshalber schon einige Tage vorher auf Wachs aufgenommen worden. Alles in allem waren für die Weltringsendung neben den Kurzwellenverbindungen etwa 300 000 km Leitungen mit rd. 3500 Verstärkern eingesetzt. Annähernd 700 Rundfunksender in Europa und in Übersee haben die Veranstaltung übernommen. *Spk.*

Kraftwerk Gdingen. — Stadt und Hafen Gdingen werden z. Z. noch vom Überlandwerk Gródek mit Strom versorgt. Der stark gestiegene Energiebedarf führte jedoch zum Plan, ein eigenes Dampfkraftwerk mit Kohlenfeuerung in Gdingen zu errichten. Die Konzession zum Bau dieses Werkes ist jetzt der Pommerellischen Landeselektrizitätswerk Gródek AG. erteilt worden. Das Werk soll Ende 1936 betriebsbereit sein.

Die Londoner Funkausstellung. — Die Londoner Funkausstellung „Olympia-Show", die zu gleicher Zeit mit der Großen Deutschen Rundfunkausstellung stattfand[1]), stand im Zeichen der neuen Handelsorganisations- und Mindestpreisvereinbarungen der englischen Funkindustrie. Bei dem Aufbau und der Ausstattung der Empfänger hat man größte Sparsamkeit und Einfachheit walten lassen. Demzufolge sind die Preise für die Geräte niedriger als in Deutschland. Besonderen Wert hat man auf die Betriebssicherheit und auf die Klanggüte der Geräte gelegt. Einkreisgeräte wurden wenig gezeigt, vielmehr beherrschte der Superhet das Feld. Viele Geräte waren für Allstromempfang ausgeführt, während Batterieempfänger immer noch vorherrschen. Im Gegensatz zu der Deutschen Rundfunkausstellung wurden keine Fernsehgeräte gezeigt.

Haarlem—Zandvoort elektrisch. — Am 6. 10. d. J. wurde der elektrische Betrieb auf der 8 km langen Strecke Haarlem—Zandvoort der niederländischen Eisenbahnen aufgenommen. Besondere Unterwerke für die mit 1500 V Gleichstrom gespeiste Strecke brauchten nicht aufgestellt zu werden, da vorhandene Unterwerke für die Speisung der Strecke ausreichten.

Rundfunk in Norwegen. — Das norwegische Rundfunknetz soll nach einem großen nationalen Plan ausgebaut werden, indem durch Erneuerung oder Verstärkung der Rundfunksender die gesamte Rundfunkleistung Norwegens von 92 kW auf 186 kW erhöht wird[2]). Der Plan umfaßt 1 nationalen Sender, 9 große Bezirkssender und 10 Nebensender. Die Regierung hat 50 000 Kronen für Versuche zum Bau eines norwegischen Volksempfängers bewilligt; es sind zwei einfache Zweiröhrengeräte entwickelt worden, das eine für Kopfhörer, das andere für Lautsprecher.

[1]) Siehe S. 1251 dieses Heftes.
[2]) Electr. Rev. 117 (1935) S. 582.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Nachtrag zum Bericht[1])

über die ordentliche Sitzung am 18. Dezember 1934.

Besprechung des Vortrages[2])

des Herrn Dr. H. Koch (Psychologisches Institut der Universität Rostock) über:

„Elektrische Erscheinungen bei Menschen und Tieren".

(Neuzeitliche elektrophysiologische und psychologische Fragen.)

Vorsitz: Herr Präsident Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. K. W. Wagner VDE.

Herr Tönnies VDE: Der Herr Vortragende war so liebenswürdig, die Arbeiten von Dr. Kornmüller und mir am Kaiser-Wilhelm-Institut für Hirnforschung zu erwähnen, die sich auf die elektrischen Erscheinungen der Hirnrinde beziehen. Diese für die Hirnphysiologie bedeutungsvollen Ergebnisse möchte ich noch etwas ergänzen.

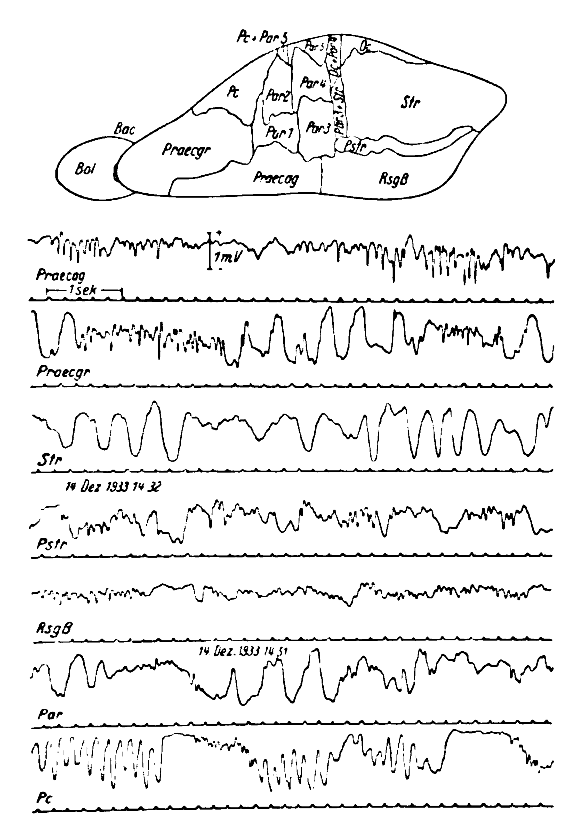


Abb. 1. Oben: Architektonische Felderung einer Hälfte des Kaninchengehirns. Vergr. 2 : 1. Darunter: Typische Feldeigenströme verschiedener Felder, registriert mit Neurograph, auf ⅓ verkleinert.

Sie sehen in Abb. 1 eine schematische Darstellung einer Hirnhälfte des Kaninchengehirns. Die Hirnrinde läßt sich nach dem Zellaufbau in verschiedene Gebiete einteilen, wie dies in der Abbildung durch Begrenzungslinien angedeutet ist. Wenn man eine neutrale Elektrode schafft und die andere Elektrode auf verschiedene Stellen des freigelegten Gehirns auflegt, bekommt man überraschenderweise auch von dem Gehirn, das sich in keiner äußerlich sichtbaren Tätigkeit befindet, dauernd Stromschwankungen. Das Gehirn hat also eine viel größere innere Aktivität, als es aus den Äußerungen und Sinneseindrücken zu erwarten wäre. Diese Ströme sind auch vorhanden, wenn das Tier sich in einem völlig dunklen und ruhigen Versuchsraum befindet und auch auf den Feldern der Hirnrinde, die für die Seh- oder Gehörfunktion zuständig sind. Wir bekommen Entladungen in unregelmäßigen Abständen. Die Frequenz zeigt auf den verschiedenen Ableitestellen gesetzmäßige Unterschiede.

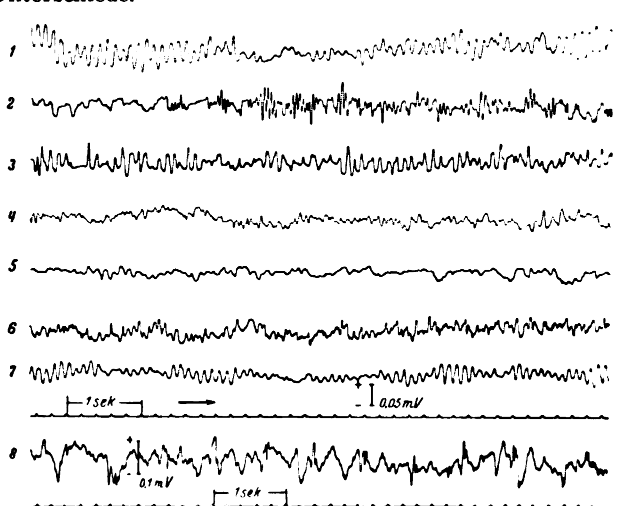


Abb. 2. Reihe 1 bis 7: Spannungskurven der menschlichen Kopfhaut in Scheitelknotenhöhe von 7 gesunden Versuchspersonen. Unterste Reihe: Spannungskurve von der freigelegten menschlichen Hirnrinde in Avertin-Narkose, registriert mit Neurograph, auf ²/₃ verkleinert.

In Abb. 2 sehen Sie solche Ableitungen von der Kopfhaut des Menschen, die an die Untersuchungen von Prof. H. Berger anknüpfen. Ich zeige dieses Bild, um darzutun, wie verschiedenartig sie bei den verschiedenen Personen sein können. In der untersten Reihe ist eine Kurve vom freigelegten Hirn abgeleitet. Die Kurve ist während einer Hirnoperation aufgenommen worden. Sie sehen, daß diese Kurve noch viel verwickelter ist als die Kurve, die durch den Schädelknochen und die Kopfhaut hindurch abgeleitet ist. Auch beim Menschen ist ebenso wie beim Tier zu erwarten, daß sich jede besonders gebaute Hirnstelle elektrisch verschieden erweist. Wir sind zwar noch nicht so weit, daß wir aus Meßergebnissen verschiedener Hirnstellen den Charakter feststellen können, obgleich es in Berlin und auch in Wiesbaden Institute gibt, die behaupten, dazu in der Lage zu sein.

Für diese Untersuchungen habe ich ein neuartiges Registriergerät entwickelt, von dem in Abb. 3 ein Schema dargestellt ist. Es arbeitet nicht mehr so, daß wir die Oszillogramme auf photographischem Wege gewinnen, wie dies sonst für so kleine Spannungen üblich ist, sondern es schreibt die Kurve mit einer tintegefüllten Hohlfeder in sofort sichtbarer Schrift auf einen Streifen von gewöhnlichem Papier auf. Die Erscheinungen des Gehirns sind nämlich ungeheuer vielseitig und sehr veränderlich; von Sekunde zu Sekunde ergibt sich ein anderes Bild. Die Gesetzmäßigkeiten lassen sich erst erkennen, wenn man ein sehr umfangreiches Material auswertet. Soviel Material photographisch zu gewinnen, würde zu hohe Kosten machen und für die Entwicklung zu viel Zeit beanspruchen. Durch die sofortige Sichtbarkeit der Kurve kann die Gestaltung der Versuchsbedingungen sofort dem Ergebnis angepaßt werden. Das Gerät besteht aus einem dreistufigen Vorverstärker in einem fahrbaren Gestell und aus einem Endverstärker, der zusammen mit dem Schreibgerät in einem zweiten Gestell untergebracht ist. Der Verstärker ist als Gleichstromverstärker geschaltet mit einem Hilfsrohr für die Gegentaktaussteuerung der Endstufe. Der Vorverstär-

[1]) ETZ 56 (1935) H. 4, S. 91.
[2]) Siehe S. 1248 d. Heftes.

ker wird aus eingebauten Batterien gespeist, der Endverstärker und das Schreibgerät mit allen Stromkreisen aus dem Wechselstromnetz. Die größte Spannungsverstärkung vom Eingang bis zur Spannung an der Schreibspule ist etwa viermillionenfach, und es mußten besondere Schaltungsmaßnahmen benutzt werden, um den Betrieb schwingungsfrei und stabil zu gestalten. Der Schreiber kann alle auf der Hirnrinde vorkommenden Frequenzen bis zu etwa 40 Hz unvermindert und naturgetreu aufzeichnen. Das Gerät ist von mir „Neurograph" benannt und ermöglicht uns bei sehr großer Empfindlichkeit ein im Betrieb billiges und bequemes Arbeiten. Es ist weiterhin von mir ein entsprechendes Gerät für Elektrokardiographie ausgearbeitet worden, das außer durch den Vorteil der unmittelbar sichtbaren Ergebnisse sich von ähnlichen Geräten dadurch unterscheidet, daß es völlig ohne Batterien nur aus dem Wechselstromnetz gespeist wird. (Beifall.)

Herr **Alvensleben VDE:** Herr Dr. T ö n n i e s VDE hat uns gezeigt, daß auch von einem zur Operation freigegebenen Gehirn eine Kurve abgeleitet werden kann. Der Patient hat sich also bereits in tiefster Narkose befunden. Nun hat aber der Herr Vortragende gesagt, daß (nach den Angaben von B e r g e r) bei tiefer Narkose eine Kurve nicht abgeleitet werden kann. Also besteht hier ein Widerspruch.

Abb. 3. Schaltanordnung vom Verstärker und Schreiber des Neurographen.

Der Herr Vortragende hat ferner erwähnt, daß die Frequenzunterschiedsschwellen für Wechselstrom für Schall wie für Töne ebenso groß sind. Sind die Frequenzunterschiedsschwellen so klein, daß man erwarten kann, daß ein Taubstummer durch Wechselstromwahrnehmungen sein Gehör ergänzen könnte?

Vortragender: Ich bin auf die Frequenzunterschiedsschwellen nicht eingegangen, weil diese Frage noch nicht ganz geklärt ist. Darüber finden noch Untersuchungen statt. Man kann aber sagen, daß die Empfindungen bei der Durchströmung eines Körperteils mit einer Frequenz von 50 ganz anderer Art sind als etwa bei 1000 oder 10 000. Während bei einer Frequenz von 50 die Wahrnehmungen einem Schwirren zu vergleichen sind, hat man bei hohen Frequenzen die Empfindung eines ganz feinen Nadelstechens oder Ameisenlaufens über die Haut. Die Qualität der Empfindung ist also je nach der Frequenz verschieden. Wie groß aber unsere Trennschärfe bei geringeren Frequenzunterschieden ist oder wie sehr sie übbar ist, müßte erst genauer untersucht werden. Ein großer Unterschied zu den Gehörsempfindungen besteht darin, daß man keine Tonverwandtschaften hat. Grundton und Oktave klingen uns ähnlich. Aber Grundfrequenz und Oktave haben bei Wechselstrom keinerlei Verwandtschaft. Es ist sehr die Frage, ob die Taubstummen einmal in der Lage sein werden, ihr Gehör durch Zuleitung von Wechselstrom zu ergänzen. Aber möglich ist es in gewissem Grade.

Herr **Gildemeister VDE:** Die Frequenzunterschiedsschwellen für Töne betragen im günstigsten Bereich nur 0,2 %. Wenn wir es bei elektrischer Reizung mit Sprachfrequenzen auf 50 % bringen sollten, dann wäre das nach meinen vorläufigen Erfahrungen sehr günstig. Ich glaube nicht, daß man das in großem Maße benutzen kann, um akustische Feinheiten durch das Gefühl zu erkennen.

Vorsitzender: Die Kurven, die der Herr Vortragende über die Empfindlichkeit gegen Wechselstrom vorgeführt hat, sind, wenn ich recht verstanden habe, so gemeint, daß der Nerv durch unmittelbare Zuführung von Wechselstrom gereizt wurde und die Abhängigkeit der Schwellwertes von der Frequenz gemessen wird? — (Der Vortragende bestätigt das.)

Ich möchte nun im Zusammenhang damit auf einige Beobachtungen hinweisen, die vor einiger Zeit in meinem Institut gemacht worden sind, und zwar betreffend die Empfindlichkeit des Menschen gegen mechanische Erschütterungen. Auf diesem Gebiete sind auch von anderen Seiten bereits Versuche durchgeführt worden, die aber zum Teil widersprechende Ergebnisse gezeitigt haben und der Ergänzung bedürfen. Es schien uns wichtig, zunächst die einfache Frage nach der Schwellempfindlichkeit für Tastempfindungen zu behandeln. Dabei wurde die Empfindung in der Fingerspitze gemessen, indem man diese in einem eng begrenzten, fast punktförmigen Bezirk durch mechanische Erschütterungen erregte und die Schwellamplitude bei den verschiedenen Frequenzen feststellte. Man findet dabei eine Kurve, die auch ein Minimum hat, aber nicht bei 120 Hz, sondern erst bei etwa 250 Hz. Bisher haben wir die Versuche nur an einer beschränkten Zahl von Personen durchführen können; jedoch sind die individuellen Unterschiede gering. Im übrigen verlaufen unsere Kurven ähnlich den vom Herrn Vortragenden für die Wechselstromempfindlichkeit gezeigten. Wir konnten die Versuche allerdings nicht über die Frequenz von 700 Hz hinauf fortführen, weil das einen Umbau der Versuchsapparatur erfordert hätte; auch hatten für die Frage, die wir untersuchen wollten, die höheren Frequenzen auch nur geringeres Interesse. Beim Anblick der Kurven des Herrn Vortragenden ist mir der Gedanke gekommen, daß wir vielleicht mittelbar auch eine Empfindung gegen Wechselstrom gemessen haben, denn wir erregen den Nerv, wenn auch mechanisch, in ähnlicher Weise wie es durch die Wechselströme geschieht. Ich möchte gern wissen, ob meine Vermutung, daß hier ein einfacher Zusammenhang besteht, richtig ist. (Beifall.)

Herr **Gildemeister VDE:** Es werden nicht die Muskeln, sondern die Haut erregt. In den Fingern sind nämlich keine Muskeln, sondern die Muskeln sind weit weg. Es kann sich also nur um die Tastorgane handeln. Die Frage lautet: Ist die mechanische Reizung in Wirklichkeit nicht eine elektrische Reizung? Diese Meinung ist sehr weit verbreitet. Mehr kann man darüber nicht sagen.

Vorsitzender: Ich darf vielleicht die Anwesenheit der Herren Physiologen zum Anlaß nehmen, noch eine andere Frage physiologischer Art aufzuwerfen, die mich lebhaft interessiert. Wir wissen, daß die Gehörempfindung an den Nervenenden auf der sogenannten Basilar-Membran lokalisiert ist, in dem Sinne, daß man für jede Frequenz eine bestimmte empfindliche Stelle angeben kann. Man erkennt das daran, daß die Gehörempfindung für diese Frequenz entfällt, wenn die betreffende Stelle zerstört ist. Aus den Untersuchungen der Physiologen ist hervorgegangen, daß die Reizstärke die Zahl der im Nerv übertragenen elektrischen Impulse bestimmt, während die Form des einzelnen Impulses eine Eigenschaft des Nervs ist. Das heißt also: wenn z. B. das Nervende, das für 2000 Hz empfindlich ist, durch einen Ton von dieser Frequenz gereizt wird, werden Impulse nach dem Gehirn übertragen, deren Frequenz von der Stärke des Reizes abhängt, aber nichts mit der Tonfrequenz zu tun hat. So wenigstens war die bisherige Anschauung. Nun habe ich gehört, daß man neuerdings in dem elektrischen Strom, der im Gehörnerv fließt, auch die Frequenz von 2000 Hz direkt nachgewiesen haben will. Ist das richtig? Das heißt, ist auch die Übertragung der Reizfrequenz zum Gehirn notwendig, um die Empfindung des betreffenden Tones hervorzurufen? Was hat dann der auf Frequenzen abgestimmte Apparat im inneren Ohr noch für eine Bedeutung? Oder sollte die Übertragung der Tonfrequenz auf den Nerv doch nur ein nebensächlicher Vorgang, vielleicht ein Versuchsfehler sein?

Herr **Gildemeister VDE:** Sie meinen offenbar die vor einigen Jahren (1930) erschienenen Mitteilungen von W e v e r und B r a y, nach denen sich vom Hörnerven der Katze

rhythmische Spannungsschwankungen ableiten lassen, wenn man Schall ins Ohr des Tieres dringen läßt, und zwar bis zu Frequenzen bis zu mehreren tausend Hertz. Sehr bedeutende englische und amerikanische Forscher haben diese Angaben nachgeprüft, darunter der Nobelpreisträger Adrian in Cambridge, und haben die Tatsache bestätigt. Es fragt sich nur, wie sie zu deuten sind, ob die Spannungsschwankungen beweisen, daß Aktionsströme im Rhythmus der Reizung über den Nerven laufen, oder ob sie vielleicht nur der Erschütterung elektrolythaltiger Weichteile ihre Entstehung verdanken, d. h. also mit dem Leben nichts zu tun haben. Man hat mehr als tausend Aktionsströme je Sekunde bisher noch nie beobachtet, und es ist auch sehr unwahrscheinlich, daß es solche gibt, denn nach unseren bisherigen Kenntnissen kann so schnell kein Nerv arbeiten, weil er sich nach jeder Tätigkeit wieder erholen muß. Das letzte Wort in dieser Sache ist noch nicht gesprochen. (Beifall.)

Herr **Tönnies VDE:** Die Wirkungsweise der Narkose ist durch die bioelektrischen Untersuchungen ganz neu beleuchtet worden. Es hat sich nämlich gezeigt, daß die Hirnrinde durchaus nicht inaktiviert wird, wie dies bisher meistens angenommen wurde. Berger hat festgestellt, daß zunächst in einem Reizstadium die Ströme in der Kopfhaut ansteigen und nachher verschwinden. Nun ist die Beziehung zwischen den Strömen der Kopfhaut und denen der Hirnrinde noch wenig geklärt. Wir bekommen auch, wenn wir an narkotisierten Tieren von der freigelegten Hirnrinde ableiten, zunächst eine Steigerung. Aber die Aktivität der Hirnrinde bleibt auch in tiefer Narkose weitgehend erhalten, allerdings mit verändertem Kurventypus. Sie hört erst auf, wenn wir die Narkose so weit steigern, daß die Atmung und damit die Sauerstoffversorgung des Gehirns eingestellt wird. Wir denken uns also die Wirkungsweise der Narkose so, daß vielleicht die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Stellen der Hirnrinde vermindert wird, so daß dadurch ein Reiz nicht mehr ins Bewußtsein eindringen kann. Wir haben feststellen können, daß die gezeigten Spannungsschwankungen auf Augenbelichtung und auch auf akustische Reize noch in sehr tiefer Narkose auf der Hirnrinde vorhanden sind und uns damit das Eintreffen des Reizes auf der Hirnrinde nachweisen. (Beifall.)

Herr **Laqueur:** Der Herr Vortragende hat bei der Besprechung der Nernstschen Theorie ausgeführt, daß bei sehr hohen Frequenzen, also um 1 Mill herum, keine Wahrnehmung des Stromes mehr stattfindet, und daß diese Erscheinung darauf beruht, daß die Wärmebildung bei dieser Frequenz vorherrschend ist. Ich glaube nicht, daß dies der Hauptgrund ist. Denn es gibt hochfrequente Ströme, die überhaupt keine Wärme oder nur sehr geringe Wärme erzeugen, wie z. B. die Teslaströme. Auch diese Ströme lösen keine Empfindung aus, vorausgesetzt daß alle Funkenentladungen vermieden werden. Ich habe auch seinerzeit Versuche mit Hochfrequenzströmen am Frosch-Nervenmuskelpräparat gemacht, welche unter diesen Bedingungen keinerlei Reizerscheinungen ergaben. Es scheint von praktischem Interesse zu sein, festzustellen, ob bei den Hochfrequenzströmen nicht doch irgendwelche andere Veränderungen entstehen, die bei den einfachen Reizversuchen nicht mehr wahrnehmbar sind. Das ist deshalb von praktischer Bedeutung für uns, weil die Erfahrung bei der Krankenbehandlung darauf hinweist, daß z. B. bei der Diathermie noch irgendwelche Einwirkungen stattfinden, die wir nicht auf die Wärmebildung beziehen können. Neuerdings wird diese Frage auch in bezug auf die Kurzwellen erörtert. Es wäre daher interessant, wenn uns der Herr Vortragende hierzu etwas sagen könnte, ob bei Frequenzen von 1 Mill und darüber noch eine Veränderung in den Geweben nachweisbar ist, und zwar gerade an den Stellen, an denen bei niedriger Frequenz infolge der Ionenwanderung die von ihm geschilderten Änderungen der elektrochemischen Gewebekonstitution vor sich gehen. (Beifall.)

Herr **Alvensleben VDE:** Wenn ich richtig verstanden habe, beträgt die Reizgeschwindigkeit nur 42 m/s. Demnach würde ein Walfisch, eine gleiche Reizgeschwindigkeit in seinen Nerven vorausgesetzt, einen Schuß in den Schwanz erst nach ½ s fühlen und die Abwehrbewegung mit dem Schwanz erst nach 1 s ausführen (Heiterkeit). Ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit tatsächlich so gering?

Vortragender: Diese Angabe bezog sich nur auf die Frösche. Für die verschiedenen Tierarten sind die Geschwindigkeiten natürlich verschieden. Beim Menschen beträgt die Geschwindigkeit etwa bis zu 120 m/s und bei der Schnecke nur einige Zentimeter. Wie es beim Walfisch ist, haben wir nicht festgestellt.

Herr **Gildemeister VDE:** Ich kann zu den Ausführungen von Herrn Laqueur sagen, daß diese Fragen uns Physiologen lebhaft interessieren und gerade in Bearbeitung sind. Ob ein hochfrequenter Wechselstrom außer der Wärmewirkung noch eine andere Wirkung hat, ist eine Frage, über die in der Literatur schon einiges zu finden ist, allerdings an versteckten Stellen. Ich glaube sagen zu können, daß noch etwas da ist. Es scheint so, als ob einige Zellen Gleichrichtereigenschaften haben, aber nur örtlich, so daß keine Gleichströme im äußeren Kreis zu entstehen brauchen. Es geht dann eine örtliche Zellenveränderung vor sich, die so lange andauert, wie der Wechselstrom fließt. Wie wir das beweisen können, kann hier nicht erörtert werden. Da wir wissen, daß der elektrische Gleichstrom den Chemismus stört, ist es verständlich, daß durch die Kurzwellenströme der Chemismus der Zellen ziemlich stark verändert wird. Und darauf kommt wohl alles hinaus, was man beobachtet hat. (Beifall.)

Vorsitzender: Führen Sie auf diese Gleichrichtereigenschaft auch die Tatsache zurück, daß Personen ermüden, wenn sie einem elektrischen Feld von kurzen Wellen ausgesetzt werden? Dies ist eine Wirkung der ultrakurzen Wellen, die neben der Wärmewirkung beobachtet worden ist und deren Ursache, soweit mir bekannt, noch wenig geklärt ist.

Herr **Gildemeister VDE:** Vorläufig ist noch nichts beobachtet worden, was anders gedeutet werden müßte als ich erwähnte. Im übrigen ist diese Gleichrichterwirkung nicht nur bei hohen Frequenzen, sondern auch bei mittleren Frequenzen zu erwarten.

Vorsitzender: Die Wirkung ist wohl deshalb bei den hohen Frequenzen größer, weil sie viel mehr Strom verbrauchen.

Wünscht noch jemand das Wort? — Das scheint nicht der Fall zu sein. Dann liegt mir noch ob, dem Herrn Vortragenden für seinen außerordentlich interessanten und lehrreichen Vortrag und auch den Herren Diskussionsrednern für die weitere Aufklärung der so vielseitigen Fragen unseren Dank auszusprechen.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Einladung.

Fachgruppe: Leitungen und Leitungsnetze.
Fachgruppenleiter: Herr Obering. Calliess.
Vortrag
des Herrn Dipl.-Ing. H. Baatz VDE
am Donnerstag, dem 21. November 1935, 20 Uhr, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, EB Hörsaal 301

über das Thema:

„Elektrische Vorgänge beim Schalten von Umspannern nach Meßversuchen mit einem Vierfach-Kathodenstrahloszillographen".

Inhaltsangabe:

I. Allgemeine Betrachtung der elektrischen Vorgänge mit Betriebsfrequenz bei Leerlauf und Belastung.
II. Ausgleichsvorgänge bei Übergang vom einen zum anderen Schaltzustand.
   A. Leereinschalten von Umspannern. Ausgleichschwingungen durch Änderung der elektrischen und magnetischen Felder.
   B. Abschalten leerlaufender Umspanner. Lichtbogenschwingungen. Ausgleichvorgänge beim Erlöschen und Wiederzünden der Lichtbögen. Ergebnis der Netzversuche. Abschalten bei verschiedenen Betriebsspannungen. Abschalten mit verschiedenen Schalterarten.
   C. Abschalten der Belastung eines Umspanners.
III. Überspannungen und betriebstechnische Fragen beim Schalten.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff.



SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Danzig. 18. 11. (Mo), 20 h, T.H.: „Fernschreiben im drahtlosen Verkehr“ (m. Versuchen, Lichtb. u. Film). Ing. Kerkhof.

VDE, Gau Ostsachsen, Dresden. 21. 11. (Do), 19 h 45 m, T. H.: „Moderne Höchstspannungskabel“. Dr. W. Vogel VDE.

VDE, Gau Nordsachsen, Leipzig. 19. 11. (Di), 20 h, Grassimuseum: Kurzer Bericht über die vom VDE Gau Oberschlesien entwickelten Elt-Betriebskarten. Anschl. Lichtbildervortrag „Symmetrierung unsymmetrisch belasteter Drehstromnetze durch ruhende Ausgleichkreise“. Dr.-Ing. V. Aigner VDE.

VDE, Gau Magdeburg. 19. 11. (Di), 20 h 15 m, Ver. Techn. Staatslehranst.: „Die technischen Neuerungen in der Telegraphie“. Postrat Domin.

VDE, Gau Südbayern, München. 20. 11. (Mi), 20 h, T. H.: „Neue elektrische Meßinstrumente und Meßverfahren“. Dr. Roth VDE.

VDE, Gau Pommern, Stettin. 22. 11. (Fr), 20 h 15 m, Konzerthaus: „Fernschalten von Straßenbeleuchtung und Tarifapparaten unter Verwendung der bestehenden Verteilungsnetze als Steuerkanäle (Telemagsystem)“. Dr. W. zur Megede VDE.

VDE, Gau Bergisch Land, Wuppertal-Elberfeld. 19. 11. (Di), 20 h, Saal der Technik: „Elektrowärme in Gewerbe und Industrie“. Dipl.-Ing. Rieger. Anschließend Filmvorführung „Forschen und Schaffen“.

Außeninstitut der Technischen Hochschule, Berlin (in Gemeinschaft mit dem Bezirksverein Deutscher Ingenieure).

A. 6 Vorträge über Kunststoffe:

1. Siehe H. 44, S. 1212.
2., 3. und 4. Siehe H. 45, S. 1244.
5. 5.12. (Do), 18 h 30 m, Alter Physiksaal: „Kunstseide.“ Dr. Hollwig.
6. 12.12. (Do), 18 h 30 m, Alter Physiksaal: „Gummi.“ Dipl.-Ing. Steinborn.

B. 4 Vorträge über Luftfahrt, montags, 18 h 30 m bis 20 h, Neuer Physiksaal der T.H.:

1. 18. 11. Luftverkehrspolitik. Min.-Dir. Fisch.
2. 25. 11. Technische Probleme der Luftfahrt. Prof Dr.-Ing. Hoff.
3. 2. 12. Technische Probleme der Flugmotoren. Dr.-Ing. Gosslau.
4. 9. 12. Fragen des Kriegsflugzeugbaues. Prof. Dipl.-Ing. Bock.

Karten für die ganze Reihe (B 1 bis 4) 2 RM, für Studenten gegen Ausweis 1,50 RM. Für einzelne Vorträge werden Karten nicht ausgegeben.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft (DLTG), Gau Nord und Mitte. 3 Vorträge im Rahmen der Aufklärungswelle „Schone dein Auge“ in der T. H. Berlin, 17 h 30 m:

1. Siehe H. 44, S. 1212.
2. 21.11. (Do), Hörsaal 141, a) „Wandel der Anschauungen über die Entwicklung der Kurzsichtigkeit“. Pat.-Anw. Dr. H. Lux. b) „Die Theorie des Sehens und ihre praktische Anwendung auf die Beleuchtung“. Obering. L. Schneider.
3. 5.12. (Do), Aula, gemeinsam mit dem Elektrotechnischen Verein, Berlin, „Arbeitsförderung und Arbeitsfreudigkeit durch gutes Licht“. Dipl.-Ing. J. Schaer.

Schiffbautechnische Gesellschaft, Berlin. 20. bis 23. 11. (Mi bis Sa): 36. Hauptversammlung in Berlin.

BRIEFE AN DIE ETZ.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Wissenschaftlichen Leitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Die Verwendbarkeit sehr harter Röntgenstrahlen bei der Werkstoffdurchstrahlung.

I.

Die Ausführungen von A. Herr in H. 15 der ETZ d. J., S. 425, erwecken den Eindruck, als ob die Anwendung sehr hoher Röhrenspannungen (> 200 kV) bei der Röntgenprüfung auch dann vorteilhaft wäre, wenn sie nicht durch die Dicke des Prüfkörpers selbstverständlich bedingt ist. Der Verfasser weist sogar darauf hin, daß ursprünglich ablehnende Meinungen zugunsten der von W. Rosteck für dünnwandige Brückenschweißungen vorgeschlagenen Fernaufnahmetechnik mit sehr hohen Betriebsspannungen umgeschlagen seien.

Offenbar war dem Verfasser nicht bekannt, daß auf der diesjährigen Tagung der D. Ges. f. technische Röntgenkunde in Leipzig von verschiedenen Seiten zum Ausdruck gebracht wurde, daß die Anwendung sehr hoher Spannungen zum Prüfen dünnwandiger Körper (≤ 40 mm Stahl) weder wirtschaftlich vorteilhaft ist (W. Schmidt, Dortmund), noch daß die erreichte Fehlererkennbarkeit den Mindestforderungen der Richtlinien für die Prüfung von Schweißverbindungen mit Röntgen- und Gammastrahlen genügt (R. Berthold, Berlin). Die Forderung nach sehr hohen Röhrenspannungen ist vollends deshalb unbegreiflich, weil man das Fernaufnahmeverfahren bis zu 40 mm Stahldicke bei sachgemäßer Durchführung mit weniger als 200 kV Röhrenspannung bequem durchführen kann, und zwar gerade noch im Rahmen der Forderungen der Richtlinien[1]).

Da außerdem die Erhöhung der Spannung eine wesentliche Steigerung der Apparatekosten und Erschwerungen der Handhabung mit sich bringt, so bedeutet nach Ansicht der meisten Fachleute die Anwendung hoher, nicht durch die Werkstoffdicke bedingter Röhrenspannungen lediglich die Aufwendung großer Mittel zum Erzielen schlechter Ergebnisse.

Berlin, 16. 4. 1935. R. Berthold.

II.

Der Aufsatz von A. Herr gibt eine so stark verzeichnete Darstellung der neueren Entwicklung auf dem Gebiete der Werkstoffdurchstrahlung, daß eine Richtigstellung nicht unterbleiben darf. Gerade die Frage nach der geeigneten Strahlenhärte, d. h. nach der erforderlichen Apparatespannung, tritt ja an jeden heran, der sich die neuen Möglichkeiten der Röntgenwerkstoffprüfung zunutze machen will. Es muß vermieden werden, daß hier Verwirrung geschaffen und durch Fehlinvestierungen, falsche Versuchsführung und darauf begründete Mißerfolge das Verfahren in Verruf gebracht wird. Eine Verallgemeinerung der von Herr vorwiegend referierten Rosteckschen Untersuchungen, in denen mit unverhältnismäßig hohen Spannungen gearbeitet wurde, ist von den zuständigen Praktikern auf der Tagung der Deutschen Gesellschaft für technische Röntgenkunde 1935 in Leipzig deutlich genug abgelehnt worden.

Es würde zu weit führen, auf alle Unklarheiten der Ausführungen von Herr im einzelnen einzugehen. Was heißt beispielsweise (S. 426, linke Spalte, Zeile 24 bis 18 v. u.): „Der Ausgleich dieses Verlustes an Strahlenintensität (bei der Fernaufnahme) gelingt bei vorhandener Spannungsreserve im Hochspannungskreis durch das Steigern der Strahlenhärte, wobei die Bildwirkung der Nutzstrahlung durch die Luftabsorption der weichen Streustrahlen bei Vergrößerung des Röhren-Objekt-Abstandes eine Klärung erfährt“? Dieser Satz erweckt den Eindruck, als ob der Verfasser über die Grundlagen der Röntgenabsorption und bilderzeugenden Vorgänge Auffassungen hat, die sich nicht mit den allgemein anerkannten decken und deshalb unklar sind.

Es sei vor allem auf einige grundsätzliche Punkte hingewiesen:

1. Herr definiert „sehr harte Röntgenstrahlen“ als solche Strahlen, die mit Spannungen über 200 kV erzeugt werden. Die von Herr gezogene Grenze wurde angeblich „damals schon unbegründeter Bedenken“ wegen bisher nicht überschritten.

Tatsächlich gibt es überhaupt keine solche Grenze bei 200 kV. Die zweckmäßige Wahl der Spannung erfolgt und erfolgte von jeher bei gegebener Art und Dicke des Prüflings durch gegenseitiges Abwägen der drei teilweise widerstreitenden Faktoren: Fehlererkennbarkeit, Zeitaufwand und Anlagekosten. Wenn also z. B. Materialstärken über 80 mm Eisen oder Betonstücke von mehr als etwa 30 cm Dicke durchstrahlt werden sollten, so kam dafür immer nur eine Anlage über 200 kV in Betracht. Es blieb nur zu entscheiden, ob der erforderliche Aufwand wirtschaftlich tragbar und die erreichbare Fehlererkennbarkeit ausreichend ist. Es scheint notwendig, auf diese jedem Fachmann geläufigen Grundlagen immer wieder hinzuweisen.

2. Nach Herr bedeutet eine Erhöhung der Spannung von 200 kV auf 300 kV und darüber keine „belangvolle“

[1]) R. Berthold, Arch. Eisenhüttenwes. 8 (1934/35) S. 425.



Abnahme der Fehlererkennbarkeit. Dabei bleibt offen, was als belangvoll angesehen wird. Zahlenangaben über die erreichbare Fehlererkennbarkeit sind durchaus möglich und inzwischen von R. Berthold[1]) gemacht worden. Sie zeigen, daß die Verschlechterung der Bildgüte z. B. im Sinne der Richtlinien für die Prüfung von Schweißverbindungen[2]) als durchaus belangvoll bezeichnet werden muß. Die Anwendung dieser hohen Spannung bleibt also nach wie vor zweckmäßig auf solche Fälle beschränkt, in denen eine Durchstrahlung mit niederen Spannungen nicht mehr möglich ist. Auch der Besitzer einer Anlage für 400 oder mehr kV darf sich nicht dazu verführen lassen, nunmehr Rekorde kurzer Belichtungszeiten mit „sehr hohen Spannungen" erzielen zu wollen. Es ist sinnlos, einige Minuten Belichtungszeit zu sparen und dafür das Aufnahmeergebnis in Frage zu stellen.

3. Zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit empfiehlt Herr unter Berufung auf die Arbeiten von W. Rosteck die Anfertigung sogenannter Großbildaufnahmen. Es wird beispielsweise angegeben, daß dabei für eine Aufnahme an einer 20 mm dicken Schweißnaht eine Spannung von 400 kV erforderlich sei. Tatsächlich läßt sich, wie aus den gebräuchlichen Belichtungstabellen leicht zu entnehmen ist, eine derartige Großbildaufnahme bei richtiger Versuchsführung mit neuzeitlichen Verstärkerfolien mit 150 kV in einer Belichtungszeit von 10 min anfertigen. Es heißt, mit Kanonen nach Spatzen schießen (sowohl in bezug auf Wirtschaftlichkeit als Erfolg), für diesen Zweck 400 kV aufzuwenden, um eine unzweifelhaft viel schlechtere Aufnahme ohne Verstärkerfolien zu erzielen.

4. Auch bei der Beschreibung der Prüfgeräte wird verschiedenes durcheinandergeworfen oder doch irreführend ausgedrückt. Wenn z. B. in einer elektrotechnischen Fachzeitschrift von einem Hochspannungserzeuger mit 500 kV und 20 mA die Rede ist, so wird dies von jedem, der nicht Sonderfachmann ist, im Sinne einer Röhrenleistung von 10 kW aufgefaßt. Niemand wird aber, selbst wenn mit dem praktisch seltenen Fall des Parallelbetriebes von zwei Röhren gerechnet werden soll, schon mit Rücksicht auf die Transportfähigkeit seine Anlage derartig überbemessen, solange die zugehörigen Röhren bestenfalls eine Belastung von 1 bis 2 kW erlauben. Deshalb sollten die Angaben nur in der Form: 500 kV bei ... mA oder 20 mA bei ... kV gegeben werden.

Unter berührungssicherer Kapselung versteht der Elektrotechniker im allgemeinen einen allseitigen, geerdeten Mantel. Tatsächlich sind ja die neuzeitlichen Prüfanlagen meist hochspannungssicher gekapselt. Die Anlage in Abb. 1 zeigt aber offene Hochspannungsführung und offene Röntgenröhre. Warum wurde nicht die Abbildung einer wirklich gekapselten Anlage gebracht?

Zusammenfassung.

Tatsächlich braucht man für die weit überwiegende Zahl der praktisch auftretenden Fälle nur Spannungen bis rd. 200 kV. Dafür gibt es heute absolut berührungs- und strahlensichere, leicht zu befördernde Anlagen. Höhere Spannungen sind in Rücksicht auf Fehlererkennbarkeit, Transportfähigkeit und Preis nur bei äußerst hohen Materialstärken am Platz.

Berlin, 29. 5. 1935. G. Keinath.

Erwiderung.

I.

Nicht nur in dem von R. Berthold zugestandenen Falle der größeren Dicke des Prüfkörpers, sondern auch in anderen Prüffällen lassen sich höhere Röhrenspannungen mit Erfolg verwenden. Als Beispiel ist ein solcher Fall aus dem Betriebe der Deutschen Reichsbahn herausgegriffen und besprochen worden. In diesem Fall sind zwecks Ersparnis an Belichtungszeit und, um eine Vereinfachung der Vorbereitungen auf freier Strecke zu erzielen, höhere als sonst übliche Röhrenspannungen angewandt werden. Die erreichte Fehlererkennbarkeit entsprach den gestellten Anforderungen und unterschreitet die der angezogenen Richtlinien nur unwesentlich (vgl. hierzu Teil II der „Erwiderung", Abs. 3). Über die Zweckmäßigkeit der Verwendung höherer Spannungen als 200 kV können nur eigene praktische Erfahrungen entscheiden. Eine Erschwerung der Handhabung einer mit höheren Spannungen als 200 kV betriebenen Apparatur war bislang in den Prüffällen, die die Unterlagen zu der Veröffentlichung lieferten, nicht festzustellen. Die Sorge um die höheren Kosten einer Hochleistungsanlage darf wohl am besten denen überlassen werden, die sie beschaffen und betreiben.

[1]) Arch. Eisenhüttenwes. 8 (1934/35) S. 425.
[2]) DIN-Mitt. 17 (1934) S. 611.

II.

1. Der von G. Keinath beanstandete Satz (S. 426, Zeile 24 bis 18 v. unt.) ist aus dem Zusammenhang herausgerissen und erscheint in dieser Abtrennung unklar. Im Zusammenhang dagegen gelesen, ist der Inhalt dieses Satzes jedem, insbesondere dem Fachmann, verständlich: Die bei Vergrößerung des Röhrenabstandes verminderte Durchdringungsfähigkeit der Röntgenstrahlung geringerer Röhrenspannung wird durch die Erhöhung der Röhrenspannung ausgeglichen. Wenn nach Mitteilung des Herrn Keinath auf einer Tagung der Deutschen Gesellschaft für technische Röntgenkunde in Leipzig von zuständigen Praktikern die Anwendung hoher Spannungen abgelehnt worden ist, so hindert das den Werkstoffprüfer nicht, sich der sehr harten Röntgenstrahlen überall dort zu bedienen, wo er es für zweckmäßig erachtet. In diesen Fällen geschieht es mit wirtschaftlichem Erfolg. Wie unaufgefordert erhaltene Zuschriften besagen, haben bereits weitere Kreise von Praktikern sich das Verfahren zunutze gemacht.

2. Die 200 kV-Grenze hat insofern bestanden, als die Röhrenerzeuger die Herstellung und Lieferung von Röhren für höhere Spannungen als 200 kV früher oft mit dem Hinweis auf „berufene Stellen" ablehnten, die das Arbeiten bei höheren Spannungen als 200 kV als unzweckmäßig bezeichneten. G. Keinath versucht aber in seiner „Zusammenfassung", diese Grenze wieder aufzurichten. Nachdem die Praxis erkannt hat, daß höhere Spannungen jeweils erforderlich und nützlich sind, wie dies Keinath selbst für besondere Fälle anerkennt, und die Herstellung geeigneter Röhren und Apparaturen durchgesetzt hat, wird sie zweifellos auch alle wirtschaftlichen Umstände in Betracht gezogen haben.

3. Die als „nicht belangvoll" bezeichnete Abnahme der Fehlererkennbarkeit bei Erhöhung der Röhrenspannung von 200 auf 300 kV beträgt nach der von Keinath erwähnten Quelle[1]) bei Nachweis von 0,25 mm Drahtdurchmesser (extrapoliert) mit 200 kV und 0,35 mm mit 300 kV nur 0,1 mm. Diese Abnahme kann auf Grund praktischer Erfahrung sehr wohl als nicht belangvoll gelten. Die letzte Entscheidung über die Zulässigkeit verminderter Fehleranzeige wird der Werkstoffprüfer nach eigenem Ermessen und nicht nach irgendwelchen Richtlinien zu treffen haben. Da die Anwendung hoher Spannungen mitunter in besonderen Fällen auch mit scheinbar wirtschaftlichen Verlusten Vorteile für den Betrieb im allgemeinen zu bieten imstande ist (insbesondere durch Abkürzen der Prüfzeiten), müssen theoretische Betrachtungen für den Praktiker ausscheiden.

4. Die Behauptung des Herrn Keinath, die beschriebene Großbildaufnahme, nämlich die Durchstrahlung einer Schweißnahtdicke von 20 mm in 5 m Abstand, lasse sich mit 150 kV in 10 min durchführen, ist auch nach meinen Erfahrungen richtig. Dieser Hinweis des Einsprechers macht mich erst jetzt darauf aufmerksam, daß mir in meinem Aufsatz in der ETZ 1935, H. 15, S. 426, rechte Spalte, Zeile 3 v. o. ein Irrtum unterlaufen ist. Es muß dort richtig heißen: „.... in der gleichen Belichtungszeit von 1 min...".

5. Hochspannungserzeuger für Röntgenbetriebe sind bei Leistungsangaben nicht anders zu behandeln als andere Hochspannungserzeuger. Die Leistungsangabe auf einen nicht feststehenden Stromverbraucher zu beziehen, ist unmöglich. Die Bemessung richtet sich selbstverständlich nicht allein nach der Röhre, sondern auch nach den übrigen besonderen Anforderungen der Praxis (Kabellänge, Sprüh- und Isolationsverluste in feuchter Atmosphäre usw.). Die vermißten Angaben über Röhrenbelastung sind auf S. 427 des Aufsatzes enthalten.

6. Eine berührungssichere gekapselte Apparatur zeigt die Abb. 1 meines Aufsatzes. Sie betreibt eine offene Röhre, da zur Zeit der Aufnahme berührungssichere Röhren so hoher Belastbarkeit nicht zur Verfügung standen. In der vom Verfasser angezogenen Quelle ist eine solche

[1]) R. Berthold, Arch. Eisenhüttenwes. 8 (1934) S. 412.



berührungssichere Apparatur ausführlich beschrieben, so daß eine Wiederholung an diesem Platze überflüssig war.

7. Der Inhalt der zusammenfassenden Schlußbemerkung ist allgemein bekannt und dient der Werbung schon seit Jahren. Auf derartige Erwägung hat der Verfasser daher verzichtet.

Berlin, 3. 9. 1935. A. Herr.

LITERATUR.

Besprechungen.

Aufgelöste Rechenbeispiele aus der Praxis des Elektroinstallateurs. Aufgaben und deren Lösungen sowie Übungsaufgaben für den Gebrauch an Berufsschulen, Meister- u. Gehilfenkursen, sowie zum Selbststudium. Von W. Kahler und P. Schemmann. 4. Aufl. Mit 113 Abb., V u. 169 S., Format A 5. Verlag von Julius Beltz, Langensalza 1935, Preis kart. 2,50 RM.

Die anerkennende und lobende Beurteilung, die bereits die früheren Auflagen erfuhren[1]), kann auch der vorliegenden 4. Auflage voll zugesprochen werden. Die Beispiele, die den überwiegenden Teil des Buches einnehmen, sind wirklich der Praxis entnommen und bringen damit nicht nur dem angehenden Meister, sondern auch jedem anderen, der praktisch mit der Elektrotechnik zu tun hat, das, was er bei seiner Tätigkeit braucht. So sehr man sich also mit der Gesamtanlage und Auswahl des Stoffes einverstanden erklären kann, so bleiben doch einige Mängel zu vermerken, deren Behebung den Wert des Büchleins auch im einzelnen vergrößern und die Verbindung zwischen Lehrbuch und Arbeit noch enger gestalten dürfte.

In Abb. 6 sind bei drei in Reihe geschalteten, verschieden großen Lampen diejenigen Stromstärken angeschrieben, die sie an 110 V führen würden. Wenn der Erfahrene auch weiß, wie das gemeint ist, so unterstützt diese Darstellung den Lernenden doch in dem beliebten Verstoß gegen die Gleichheit des Stromes bei reiner Reihenschaltung. Bei der Widerstandsmessung aus Strom und Spannung (S. 115/16) wäre vorteilhaft anzugeben, welche Schaltung bei großen und welche bei kleinen Widerständen das richtigere Ergebnis liefert. Erwünscht wäre weiter, wenn im Abschnitt über das ohmsche Gesetz im Wechselstromkreis außer der eingehend behandelten induktiven Belastung auch die rechnerische Behandlung des heute auch vom Installateur zu planenden Kondensators zur Phasenverbesserung kurz berücksichtigt würde. Trotzdem eingangs U als Klemmenspannung und E als innere EMK definiert bzw. benutzt ist, wird im folgenden mehrfach E bzw. e an den Spannungsmessern angegeben, trotzdem diese doch nur die Klemmenspannung messen können. Für die Neuherstellung von Druckstöcken wird empfohlen, durchweg die gut leserliche Normschrift zu verwenden und Handschrift in den Bildern ganz zu vermeiden. Die Kurven in Abb. 42 und 54 müssen Sinuslinien sein. Die DIN-VDE-Blätter über Schaltbilder sind besonders am Anfang an vielen Stellen nicht berücksichtigt. So sind Abzweigstellen oft gar nicht oder durch einen Kreis gekennzeichnet, weiter sind andere Darstellungen nicht normgerecht (Schalter in Abb. 7, 9, Blindwiderstand in Abb. 52). Die auf S. 134 genannte „Motorliste" scheint in dieser Auflage zu fehlen; es erschiene aber zweckmäßig, eine kurze Zusammenstellung der wichtigsten Daten von Gleichstrom- und Drehstrommotoren nach DIN VDE zu haben. Schließlich würden ein Inhalts- und ein Sachverzeichnis die Benutzung des Buches beim Nachschlagen sehr erleichtern.

Diese bei der Durchsicht des Buches gefundenen Mängel setzen seinen Gesamtwert jedoch keineswegs herab. Es ist der Arbeit sehr zu wünschen, daß sie sich weiterhin reger Benutzung erfreut und daß sie „wiederum vielen Handwerkern ein Weggenosse in der Praxis sein und damit zur Erreichung des Qualitätsgedankens im Handwerk beitragen möge". Franz Moeller VDE.

Rundfunktechnik für alle. Eine leichtverständliche Darstellung für Funkhändler, Funkhörer und Bastler. Von Dipl.-Ing. W. Schröter. 2. erweiterte Aufl. Mit 110 Abb. u. 154 S., Format 15,5 × 22,7 cm. Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Berlin 1935. Preis kart. 3,80 RM.

Es ist ein gutes Zeichen für ein Buch, wenn schon nach einem Jahr eine zweite Auflage nötig wird. Diese ist auf den neuesten Stand der Technik ergänzt durch Einreihung der „Allstrom"-Empfänger, der „kurzen" und der „sehr kurzen" Wellen und durch vielfache kleinere Verbesserungen. Der Wunsch nach der Verwendung der genormten Formelzeichen sei hier wiederholt. Die Ausführungen auf S. 16 sind nicht ganz klar: Ein Überlagerungspfeifen tritt bei gleichzeitigem Empfang zweier wellenbenachbarter Sender immer ein, ganz unabhängig von der Breite der Modulierung; schwankt eine Senderwelle, so schwankt die Höhe des Pfeiftones. Sonst ist das Buch ausgezeichnet und wird auch dem Starkstromtechniker von Nutzen sein. K. Mühlbrett.

20 neue Radio-Empfänger-Schaltungen für 1935. Von Ing. J. Winckelmann. (Deutsche Radio-Bücherei Bd. 65.) Mit 23 Abb. u. 30 S. in 8°. Verlag Deutsch-Literarisches Institut J. Schneider, Berlin-Tempelhof 1935. Preis geh. 1 RM.

Das schmächtige Büchlein enthält eine zusammenhanglose Sammlung von 20 bekannten Schaltungen, die aus verschiedenen Veröffentlichungen entnommen sind. Sein Wert liegt darin, daß es dem Fernerstehenden einen guten Überblick gibt, welche Schaltungen heute als die besten gelten. Leider fehlt bei den meisten Schaltungen eine Erklärung des Aufbaues, insbesondere bei den wirklich nicht leicht zu erfassenden Superhetschaltungen. Zu wünschen wäre ferner, daß alle Schaltungen in einheitlicher Weise gezeichnet werden, daß die genormten Bezeichnungen verwandt und daß auf die Verbandsvorschriften hingewiesen wird, was gerade für den mit den Gefahren des Starkstromes wenig vertrauten Bastler wichtig ist. K. Mühlbrett.

Aluminiumguß in Sand und Kokille. Von R. Irmann. Mit 70 Abb., VIII u. 199 S. in gr. 8°. Verlag Akademische Verlagsges. m. b. H., Leipzig 1935. Preis kart. 6,80 RM.

Im Vorwort weist der Verfasser darauf hin, daß sein Buch den Zweck erfüllen soll, Betriebsleitern und Meistern die richtige und sinngemäße Anwendung des Aluminiums in den Gießereien zu erleichtern. Dieser Zweck wird voll und ganz erfüllt werden. Es ist ein gutes Buch. Für den Praktiker wohl geeignet, ihm bei sorgfältigem Studium die Arbeitsmethodik seines Handwerks verständlich zu machen und ihm gute Arbeitsregeln zu geben.

Auf zwei grundsätzliche Dinge muß der Berichterstatter allerdings ausführlicher eingehen. In der Abhandlung über die Verwendung von Abfall- und Altmetallen kann der Nichtfachmann den falschen Eindruck gewinnen, als genössen gerade diese beiden Rohstoffgruppen in den Gießereien eine bevorzugte Anwendung. Für Deutschland trifft dies in gutgeleiteten Gießereien in dem aus der Darstellung herauszulesenden Sinne jedenfalls nicht zu. — Eine Neuauflage macht an dieser Stelle eine Überarbeitung nötig. Kapitel XI handelt von „Flickarbeiten an Gußstücken". — Hierzu sei bemerkt, daß ein guter Gießer gießt, nicht schweißt. Er gießt „neu", sowohl in der Sandgießerei wie ganz besonders in der Kokillengießerei. — In einer Neuauflage möge auch dieses trübe Kapitel verschwunden sein — ganz im Sinne der klassischen Bronzegießerei.

Das Buch verdient eine weite Verbreitung. — Die Klarheit seines Stils, die Güte seiner Bildausstattung und Allgemeinausstattung werden ihm sicherlich dazu sehr dienlich sein. Willi Claus.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955 56.

Abschluß des Heftes: 8. November 1935.

[1]) Für die 3. Aufl. vgl. ETZ 52 (1931) S. 1239.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.



Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
56. Jahrgang | Berlin, 21. November 1935 | Heft 47

VDE-Mitgliedsbeitrag für 1936.

Der Mitgliedsbeitrag für das Jahr 1936 ist wie folgt festgesetzt worden:

A. Persönliche Mitglieder (Festsetzung durch RTA).

	jährl. RM
Staffel 1 Jungmitglieder bis zu 25 Jahren und stellungslose Mitglieder monatl. 1 RM . . . . . =	12,—
Staffel 2 Mitglieder mit einem monatlichen Bruttoeinkommen bis zu 300 RM monatl. 2 RM . . . =	24,—
Staffel 3 Mitglieder mit einem monatlichen Bruttoeinkommen über 300 bis 500 RM monatl. 2,50 RM =	30,—
Staffel 4 Mitglieder mit einem monatlichen Bruttoeinkommen über 500 bis 1000 RM monatl. 3 RM =	36,—
Staffel 5 Mitglieder mit mehr als 1000 RM Bruttoeinkommen . . . . =	50,—

B. Körperschaftliche Mitglieder.

Staffel 6 Behörden, Schulen, wissenschaftliche Vereine usw.	42,—
Staffel 7 Sonstige körperschaftliche Mitglieder, städt. und staatliche Betriebe, auch Eltwerke, Privatfirmen, offene Handelsgesellschaften, Gesellschaften mit beschränkter Haftung, Aktiengesellschaften usw., die beschäftigen:	
a) bis 50 Angestellte und Arbeiter	56,—
b) von 51 bis 100 Angestellte und Arbeiter	81,—
c) von 101 bis 250 Angestellte und Arbeiter . . .	126,—
d) von 251 bis 500 Angestellte und Arbeiter . . .	156,—
e) von 501 bis 1000 Angestellte und Arbeiter . . .	306,—
f) über 1000 Angestellte und Arbeiter auf Anfrage.	

Danzig zahlt ⅔ (zweidrittel) der Beiträge nach Gruppen A und B.

C. Persönliche Mitglieder im Ausland.

Staffel 8 (statt bisher 33,60 RM) . . . . . . =	36,—
Deutsche in den abgetretenen Gebieten Eupen-Malmedy, Nordschleswig, Posen, Westpreußen, Ober- und Niederschlesien und im Memelgebiet sowie Österreicher	24,—

D. Körperschaftliche Mitglieder im Ausland.

Staffel 9 Behörden, Vereine, Institute usw.	40,—
„ 10 a bis 50 Angestellte und Arbeiter	50,—
„ 10 b von 51 bis 100 Angestellte und Arbeiter	75,—
„ 10 c von 101 bis 250 Angestellte und Arbeiter	120,—
„ 10 d von 251 bis 500 Angestellte und Arbeiter	150,—
„ 10 e von 501 bis 1000 Angestellte und Arbeiter	300,—

Die Mitglieder im Ausland erhalten nur die ETZ, auf besonderen Wunsch auch die „Rundschau Technischer Arbeit" gegen Berechnung von 4 RM jährlich.

Der Beitrag ist möglichst für das ganze Jahr, sonst halbjährlich bis 1. Dezember 1935 und 1. Juni 1936 oder vierteljährlich bis 1. Dezember 1935, 1. März 1936, 1. Juni 1936, 1. September 1936 zu zahlen. Die erste Zahlung ist

spätestens bis 1. Dezember 1935

an den zuständigen Gau zu leisten, damit die Zeitschriftenlieferung für das neue Jahr rechtzeitig veranlaßt werden kann.

Bei Kinderreichtum, Krankheit, Notlage und in sonstigen Ausnahmefällen können über die Gaue begründete Anträge auf Ermäßigung des Beitrages an die Geschäftstelle gerichtet werden.

Mitglieder des VDE, die mehreren Vereinen der RTA angehören oder anzugehören wünschen, können bei diesen ebenfalls die Mitgliedschaft gegen Entrichtung eines Verwaltungskostenbeitrages von 6,— RM beibehalten bzw. erwerben. In diesem Betrag ist jedoch nicht die Lieferung der Zeitschriften der anderen RTA-Vereine mit eingeschlossen. Diese Vereine teilen den Preis für ihre Zeitschriften auf Anfrage mit, der Preis der ETZ beträgt 20,— RM.

Bank- bzw. Postscheckkonten (mit PSK bezeichnet) der Gaue:

VDE Gau Aachen: Bankkonto Deutsche Bank u. Disconto-Gesellschaft, Filiale Aachen; PSK d. Dtsch. Bank u. Disconto-Gesellsch. Köln 2513.
VDE Gau Bergisch-Land, Wuppertal-Elberfeld: PSK Köln 448 96.
VDE Gau Berlin-Brandenburg, Berlin: PSK Elektrotechnischer Verein E. V. Berlin 133 02.
VDE Gau Braunschweig: PSK Hannover 43 377 (Obering. Hans Jütting, Braunschweig) Bankkonto Deutsche Bank u. Disconto-Gesellschaft, Filiale Braunschweig, Depositenkasse Hagenmarkt.
VDE Gau Danzig: PSK Danzig 1736; Bankkonto Sparkasse der Stadt Danzig, Konto Nr. 1236.
VDE Gau Düsseldorf: PSK Essen 239 47; Bankkonto Kreissparkasse Düsseldorf.
VDE Gau Halle: PSK Leipzig 915 27; Bankkonto Hallescher Bankverein von Kulisch, Kaempf & Co., Halle a. d. Saale.
VDE Gau Hansa, Hamburg: PSK Hamburg 3989; Bankkonto Commerz- und Privatbank AG. Hamburg.
VDE Gau Köln: PSK Köln 576 66.
VDE Gau Kurpfalz, Mannheim: PSK Karlsruhe i. B. 189 39; Bankkonto Nr. 727 74 bei der Deutschen Bank u. Disconto-Gesellschaft, Filiale Mannheim, Depositenkasse Heidelberger Straße.
VDE Gau Magdeburg: PSK Magdeburg 2479; Bankkonto Commerz- und Privatbank AG. Magdeburg, Depositenkasse Kaiser-Wilhelm-Platz.
VDE Gau Mittelbaden, Karlsruhe: PSK Karlsruhe i. B. 4979.
VDE Gau Mittelhessen, Frankfurt/M.: PSK Frankfurt a. M. 3342.
VDE Gau Mosel, Trier: PSK Köln 216 54.
VDE Gau Niederrhein, Krefeld: PSK C. Wildermuth, Krefeld, Postscheckamt Essen 313 76.
VDE Gau Niedersachsen, Hannover: PSK Hannover 129 03.
VDE Gau Niederschlesien, Breslau: PSK Geschäftsführer Franz Adam Rupp, Vereinskonto Breslau 479 28.
VDE Gau Nordbayern, Nürnberg: PSK Nürnberg 104 33.
VDE Gau Nordhessen, Kassel: PSK Frankfurt a. M. 206 39; Bankkonto Dresdner Bank, Filiale Kassel.
VDE Gau Nordmark, Kiel: PSK Hamburg 142 63; Bankkonto Kieler Spar- und Leihkasse, Girokonto 9201.
VDE Gau Nordsachsen, Leipzig: PSK Leipzig 116 56, Bankkonto bei der Stadt- und Girobank Leipzig, Konto 5357.
VDE Gau Oberschlesien, Gleiwitz: PSK Breslau 494 94.
VDE Gau Ostpreußen, Königsberg: PSK Königsberg Pr. 2018.
VDE Gau Ostsachsen: PSK Dresden 111 14.
VDE Gau Pommern, Stettin: PSK Stettin 3312.
VDE Gau Ruhr-Lippe, Essen: PSK Essen 3992.
VDE Gau Saar, Saarbrücken: Bankkonto Gebr. Röchling, Saarbrücken 1, Konto des VDE.
VDE Gau Südbaden, Freiburg i. Br.: PSK Karlsruhe i. B. 406 40.
VDE Gau Südbayern, München: PSK München 242 83.
VDE Gau Südhessen, Darmstadt: PSK Frankfurt a. M. 2002.
VDE Gau Südsachsen, Chemnitz: PSK Leipzig 1190 93.
VDE Gau Thüringen, Erfurt: PSK Erfurt 248 10.
VDE Gau Württemberg, Stuttgart: PSK Stuttgart 1906.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.

Der Vorsitzende: Ohnesorge, Staatssekretär. — Der Geschäftsführer: Blendermann.

Auswertung der „Leistung-Zeit"-Kurve von Erwärmungsversuchen.

Von Karl Hoerner VDE, Köln.

621. 3. 017. 73

Übersicht. Es wird ein zeichnerisches Verfahren angegeben, durch das man aus der Leistung-Zeit-Kurve die thermischen Kennwerte des Gegenstandes, nämlich Wärmespeicherung und Wärmeabgabe, bestimmen kann.

Durch die trägen Sicherungen und die Motorschutzgeräte hat die „Strom-Zeit"-Kurve, die den Auslösestrom in Abhängigkeit von der Einschaltdauer darstellt, an Ausbreitung gewonnen. Ebenso hat die eingehende Behandlung des kurzzeitigen und des aussetzenden Betriebes von Motoren und anderen Verbrauchskörpern dem Zusammenhange zwischen der Größe der Belastbarkeit und ihrer Zeitdauer eine stärkere praktische Bedeutung gegeben. Sobald man nun nicht nur die zusammengehörigen Werte von Stromstärke oder Leistung und Zeitdauer aus einer solchen Kurve ablesen oder aus dem Vergleich mehrerer solcher Kurven einen Schluß auf das thermische Verhalten des einen Gerätes gegenüber einem anderen ziehen will, sondern wenn man ihre Gesetzmäßigkeit rechnerisch nachprüfen oder die kennzeichnenden Größen Wärmespeicherung und Wärmeabgabe einzeln berechnen will, muß die Möglichkeit geboten sein, die aus Versuchen erhaltenen Kurven auszuwerten.

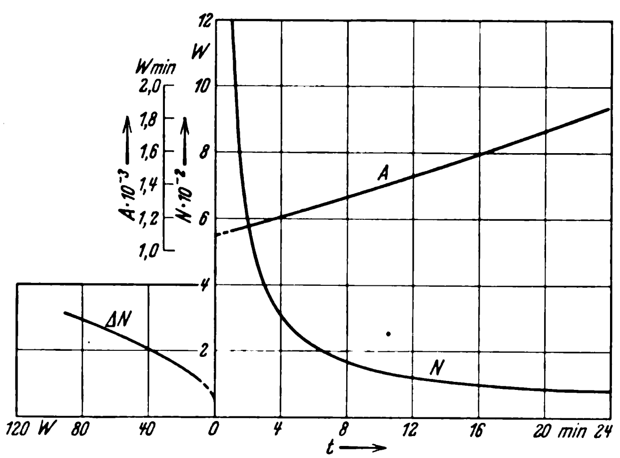


Abb. 1. Ermittlung von Wärmespeicherung und Wärmeabgabe aus der Leistung-Zeit-Kurve.

Ein solches Verfahren der Auswertung wird im folgenden angegeben. Wenn nicht der Leistungsverbrauch, sondern z. B. bei Auslösekurven die Stromstärke als eine der Veränderlichen gegeben ist, erhält man ohne weiteres durch das Quadrat der jeweiligen Stromstärke ein Maß für die verbrauchte Leistung. Es soll daher nachstehend gezeigt werden, wie man die den Verlauf der „Leistung-Zeit"-Kurve bestimmenden beiden Größen, Wärmespeicherung und Wärmeabgabe, ermitteln und verwerten kann.

Dem Verfahren liegt der durch Abschaltversuche an einem Auslösegerät oder durch Erwärmungsversuche an einem Verbrauchskörper ermittelte Zusammenhang zwischen verbrauchter Leistung und Einschaltdauer zugrunde, dem bekanntlich die in der Abb. 1 dargestellte Kurve N entspricht. Diese ist nach Erwärmungsversuchen an einer Spule für eine bestimmte Übertemperatur gezeichnet.

Wir bezeichnen mit

- N die unverändert zugeführte Leistung in Watt,
- t die Zeitdauer der Belastung in Minuten,
- ϑ die Übertemperatur in °C,
- a die in dem erwärmten Körper je Grad Übertemperatur gespeicherte Wärmeenergie in Wattminuten je °C,
- b die Wärme-Leistungsabgabe des Körpers je Grad Übertemperatur in Watt je °C.

Dann ist unter der für eine einfache Behandlung üblichen Voraussetzung, daß die Festwerte des Versuchskörpers unveränderlich sind[1]), die Gleichheit zwischen erzeugter und weitergeführter Wärme ausgedrückt durch die Differentialgleichung

$$N\,dt = a\,d\vartheta + b\,\vartheta\,dt. \qquad (1)$$

Die einfachste Auflösung dieser Gleichung erhalten wir, wenn wir die Zeitdauer in Abhängigkeit von der Leistung und den übrigen Größen ausdrücken. Es ist dann

$$t = \frac{a}{b}\ln\frac{N}{N - b\,\vartheta} = 2{,}30\,\frac{a}{b}\lg\frac{N}{N - b\,\vartheta}. \qquad (2)$$

Das Verhältnis a/b ist die Zeitzahl (Zeitkonstante) des Versuchskörpers, das Produkt $b\,\vartheta$ die Wärme-Leistungsabgabe desselben bei der Übertemperatur ϑ. Die Kurve N der Abb. 1 stellt den durch die Gl. (2) ausgedrückten Zusammenhang dar.

Es soll nun zunächst die Wärmeabgabe oder Dauerbelastbarkeit $b\,\vartheta = N_d$ ermittelt werden. Wir benutzen dazu das gleiche Verfahren, nach dem die Endtemperatur einer Maschine aus dem zeitlichen Verlauf der Erwärmung bestimmt werden kann[2]). Aus der N-Kurve der Abbildung entnehmen wir für eine Anzahl gleicher Zeitabschnitte, z. B. von je 2 min, die Änderung der Leistungsaufnahme, tragen diese Werte ΔN in Abhängigkeit von der Leistungsaufnahme zu Beginn des Zeitabschnittes auf und verbinden sie zu der Kurve ΔN der Abbildung. Verlängert man dann diese Kurve bis zum Schnitt mit der Ordinate, so erhält man auf dieser den Betrag der Dauerbelastbarkeit N_d. Im vorliegenden Fall ist dieser Wert 55 W.

Wir berechnen ferner für eine Anzahl von Punkten der N-Kurve das Produkt $N \cdot t$, also die in der betreffenden Zeit verbrauchte Arbeit A, und zeichnen damit die Kurve A der Abbildung. Die Verlängerung dieser Kurve bis zum Schnitt mit der Ordinate liefert auf dieser den Wert der Wärmespeicherung A_s; in unserem Fall beträgt diese 1100 Wmin. Damit sind die beiden thermischen Kennwerte des Körpers gefunden. Die Zeitzahl ist durch den Bruch A_s/N_d bestimmt, in unserem Fall zu 20 min. Die Berechnung der verbrauchten Arbeit A liefert noch insofern die Probe auf die Gesetzmäßigkeit der erfahrungsgemäß oft unsicheren Werte kurzer Belastungsdauer, als die Beträge der verbrauchten Arbeit mit der Zeit wachsen müssen.

Die Bestimmung der Dauerbelastbarkeit N_d ist allerdings dadurch etwas unsicher, daß die Differenzen ΔN nicht eine Gerade wie bei der Erwärmungskurve der R.E.M., sondern eine Kurve ergeben. Jedoch läßt sich der durch Verlängerung der Kurve gefundene Wert dadurch prüfen, daß man den Zusammenhang von N und t mit den für die Speicherung und Abgabe gefundenen Werten nach Gl. (2) nachrechnet und die berechneten Beträge mit denen der Versuchskurve vergleicht. Falls man z. B. bei der Verlängerung der ΔN-Kurve die Dauerbelastbarkeit zu 70 W statt 55 W fände, würde die Berechnung der Zeitdauer für eine Belastung mit 100 W den Betrag von 18,9 min liefern, der merklich aus der vorgelegten N-Kurve fällt.

Zusammenfassung.

Aus der Leistung-Zeit-Kurve des Versuchsgegenstandes berechnet man zwei neue Kurven, deren eine die Änderung der verbrauchten Leistung abhängig von der jeweiligen Leistung darstellt, die andere die verbrauchte Arbeit abhängig von der Einschaltdauer. Die Verlängerung dieser Kurven bis zur Nullinie der Leistungsänderung bzw. der Zeit liefert die Wärmeabgabe bzw. die Wärmespeicherung des Versuchsgegenstandes bei der gewählten Übertemperatur.

[1]) Vgl. z. B. Vollhardt, ETZ 52 (1931) S. 37.
[2]) Vgl. VDE 0530 „Regeln für die Bewertung und Prüfung elektrischer Maschinen" sowie Osborne, ETZ 51 (1930) S. 902.

Kurzer Überblick über den Entwicklungsstand des Antriebes von Synchronuhren.

Von Dr. W. Kesseldorfer, Berlin.

621. 313. 323 : 529. 78

Übersicht. Im folgenden wird der Versuch gemacht, die verschiedenen heute beim Bau von Synchronuhren angewendeten Konstruktionen kritisch zu betrachten und ihre Vorteile und Nachteile zu untersuchen, um möglichst die Richtung zu erkennen, in welcher über die bereits erzielten Fortschritte hinaus noch weitere zu erwarten sind.

I. Verwendungsbereich.

Nachdem sich in den letzten Jahren die größte Anzahl der deutschen Elektrizitätswerke entschlossen hat, die Frequenz ihrer Netze, die durchweg 50 Hz beträgt, nach genau gehenden Kontrolluhren zu regeln, sind alle Vorbedingungen für eine weitgehende Verwendung von Synchronuhren gegeben.

Die Anforderungen an diese Synchronuhren sind je nach ihrem Verwendungszweck verschieden. 1. Die Uhren für Privathaushalte, also in der Hauptsache Tisch- und Wanduhren, brauchen nicht von selbst anzulaufen. Es wäre sogar unerwünscht, wenn sie dies täten, sofern sie keinen Reservegang besitzen, der sie aber unnötig verteuern würde. Denn sie würden bei Wiederkehr der Spannung die falsche Zeit anzeigen. Die Notwendigkeit des Anlassens der Uhr wird nicht als störend empfunden, wenn das Anlassen keine Schwierigkeiten verursacht. 2. Für Uhren, bei welchen es nur auf die Einhaltung einer bestimmten Zeitspanne ankommt, die jedoch nicht unbedingt die genaue Zeit anzeigen müssen, sind selbstanlaufende Synchronuhren ohne Reservegang ohne weiteres zu verwenden. Derartige Uhren sind z. B. Schaltuhren für Kochgeräte, Zeitzähler und Uhren für die Auslösung für die Registrierzeit bei Höchstverbrauchzählern. 3. Für Tarif- und Schaltuhren, deren Schaltzeiten ausschließlich unter der Kontrolle des Lieferwerks stehen, sind selbstanlaufende Synchronuhren mit Hilfsreservegang am Platz; als solche sind auch Einzeluhren mit normalem Gangregler anzusehen, bei welchen dieser durch die Netzfrequenz überwacht wird. Ich gehe nun auf die einzelnen Gruppen etwas näher ein.

II. Nicht selbstanlaufende Synchronuhren.

Für diese Gruppe kann man feststellen, daß sich die dafür verwendeten Motoren einem Normtyp nähern, der in Abb. 1 wiedergegeben ist. Eigenartigerweise unterscheidet sich dieser Normtyp gar nicht so wesentlich von der allerersten deutschen Synchronuhr nach dem Patent der Helios-AG., Köln (Erfinder Carl Cörper) aus dem Jahre 1893, über die in der ETZ 17 (1896) S. 18 u. 67 bereits berichtet wird. Der Helios-Motor besaß bereits einen sternförmigen Läufer mit 10 bis 20 Zacken, die heutige Synchronuhr besitzt einen Läufer mit 30 bis 40 Zähnen. Der Ständer des Helios-Motors bestand allerdings noch aus 2 gesonderten Teilen mit je 2 Polen und 2 Erregerwicklungen, so daß 4 Pole derselben Breite wie die Ankerzacken am Umfang des Läufers angeordnet waren. In ganz ähnlicher Weise aber umfassen bei dem neuen Motor die beiden Polhörner mit ihren gezahnten Polflächen den Läufer. Die Anzahl dieser Zähne ist wesentlich größer als 4. Daraus ergibt sich, daß bei dem neuen Motor dasselbe Prinzip angewendet ist wie beim Helios-Motor, nur ist der Werkstoff um vieles besser ausgenützt. Man konnte sich deshalb auch mit einer ganz kleinen Erregerspule mit vielen Windungen dünnen Drahtes begnügen, so daß der Eigenverbrauch auf etwa 1,5 W heruntergedrückt wurde. Auch ist das Eisen im Ständer und im Läufer sehr sparsam verwendet. Dennoch wird infolge der Summierung der Wirkung der großen Anzahl der wirksamen Pole ein Drehmoment erzielt von etwa 150 gcm an der Sekundenwelle, die sich einmal in der Minute umdreht. Dieses Drehmoment reicht aber vollständig aus für den Antrieb des sehr einfachen Zeigerwerks, und auch zur Überwindung der Lager- und Getriebereibung verbleibt dabei noch ein erheblicher Kraftüberschuß. Voraussetzung dafür ist allerdings, daß die Wellen zweckentsprechend gelagert sind. Das ist aber bei der niedrigen Drehzahl von 200 bis 150 U/min, die der 30- bzw. 40polige Läufer macht, nicht sehr schwierig. (Wenn die Zahnteilung der Ständerpole mit der des Läufers übereinstimmt, ergibt sich die Drehzahl des Läufers aus der Überlegung heraus, daß in jeder halben Periode ein Ankerzahn vor einem Ständerzahn vorbeigeht. Der Läufer rückt also in einer halben Periode um einen Zahn weiter, bei 40 Zähnen macht er in 40 Halbperioden oder 20 Perioden eine volle Umdrehung, in einer Sekunde 2½ und einer Minute 150.)

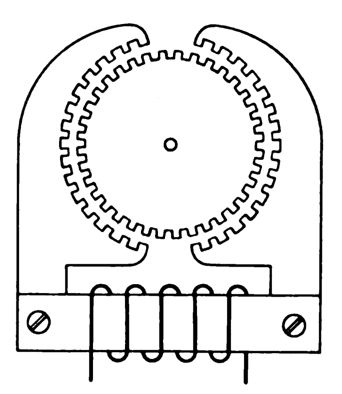


Abb. 1. Motor einer neuzeitlichen nicht selbstanlaufenden Synchronuhr.

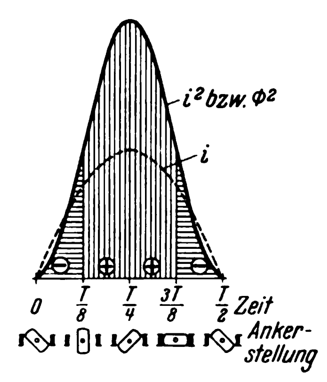


Abb. 2. Magnetische Zugkräfte, die auf den Läufer über eine Halbperiode wirken, wenn das resultierende Drehmoment maximal ist.

Ich erinnere daran, daß das Drehmoment nicht absolut stetig ist, sondern stoßweise wirkt, da es sich über eine halbe Periode aus einem positiv wirkenden und einem negativ wirkenden Teil zusammensetzt. In Abb. 2 sind diese Anteile durch Schaulinien dargestellt. Der einfacheren Darstellung wegen wurde ein zweipoliger, also ein stabförmiger Anker zugrunde gelegt. Bei völligem Leerlauf des Ankers würde seine Mittellinie mit der Mittellinie der Erregerpole genau in dem Augenblick zusammenfallen, in welchem im Erregerpol der höchste Magnetfluß herrscht. Dann würden sich die treibend wirkenden magnetischen Anziehungskräfte beim Auflaufen des Ankers bis zur Mittelstellung und die hemmend wirkenden magnetischen Anziehungskräfte beim Ablauf desselben aus der Mittelstellung genau das Gleichgewicht halten. Bei Belastung bleibt der Anker gegen die Mittellinie zurück, und in den Schaulinien sind die Verhältnisse für das maximale Drehmoment wiedergegeben, das dann auftritt, wenn der Anker zeitlich um ⅛ Periode oder 45° gegenüber der Mittellinie zurückbleibt. In Wirklichkeit sind die Kurven für Strom und magnetische Anziehungskräfte keine reinen sin- bzw. $\sin^2$-Kurven. Das ändert aber an der grundsätzlichen Wirkungsweise nichts.

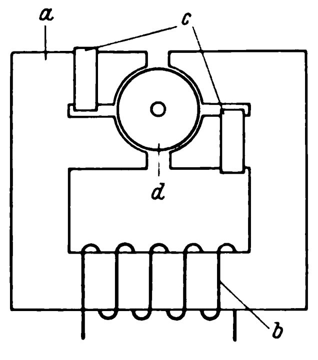
Teils um das ruckweise Laufen des Ankers zu vermindern, das leicht zu Schwinggeräuschen Anlaß geben kann, teils aber um das Anlassen der Uhr zu erleichtern, wird in letzter Zeit der Anker meist elastisch mit einer Schwungscheibe gekuppelt. Wichtig ist natürlich eine gute Lagerung der Läuferwelle. In neuester Zeit wird mit dem besten Erfolg Hartleinen als Lagerbaustoff verwendet. Es wirkt gewissermaßen selbstschmierend und geräuschdämpfend zugleich.

Wesentliche Fortschritte des Normtyps sind kaum zu erwarten. Zusätzliche Einrichtungen, wie Anlaufvorrichtungen durch gespannte Federn, Anlaufvorrichtungen und gleichzeitig Zeigerstellvorrichtungen mit Hilfe eines kleinen schnellaufenden Asynchronmotors für Wanduhren, Tickvorrichtungen, Weckvorrichtungen usw., kann ich hier nur erwähnen, ohne auf sie näher einzugehen.

III. Selbstanlaufende Synchronuhren ohne Reservegang.

Drei Systeme suchen sich gegenseitig den Rang abzulaufen: der sogenannte Hysteresismotor mit leichtem nackten Stahlanker, der sogenannte Untersynchronmotor mit asynchronem Läufer mit ausgeprägten Polen und der Motor mit schwingendem Anlauf.

1. Der Hysteresismotor nach H. E. Warren sieht bereits in den Patentzeichnungen des Erfinders aus dem Jahre 1918 und 1920 der neuesten Ausführung sehr ähnlich. Erst bei genauerer Prüfung ergeben sich doch nicht unwesentliche Fortschritte. Man ist auf die einfachste Gestalt des Läufers, auf das runde glatte Stahlscheibchen ohne irgendwelche Ansätze zurückgegangen, entsprechend Abb. 3, und macht es aus Kobaltmagnetstahl. Dadurch hat man das Drehmoment wesentlich erhöht (rd. 500 bis 600 gcm an der Sekundenwelle. Für selbstanlaufende Synchronuhren wird wegen ihres Verwendungszwecks mit Recht ein höheres Drehmoment gefordert als für nicht selbstanlaufende). Der ganze Läufer wiegt nur 2 g, was durch die Wirkungsweise beim Anlauf bedingt ist. Das Stahlscheibchen muß nämlich schon in der ersten halben Periode, in welcher es von den Erregerpolen aus in Richtung eines bestimmten Durchmessers magnetisiert wird, vom künstlich durch die Kupferringe erzeugten Drehfeld erfaßt und mitgerissen werden. Das gelingt nur bei geringster Trägheit des Läufers. Wenn zuerst der maximale Nordpol in der linken Polhälfte ohne Kupferring erscheint und das Scheibchen magnetisiert hat, so zieht der einen kurzen Augenblick später in der Polhälfte mit Kurzschlußring auftretende maximale Nordpol die Läufermagnetachse nach sich. Soweit die Magnetachse im Augenblick des maximalen Flusses noch nicht ganz zur Stelle ist, hilft der Erregerfluß nach, indem er einen neuen Durchmesser des Scheibchens magnetisiert, der nur um wenige Grade gegenüber dem ersten verdreht ist. Beim Überspringen des Drehfeldnordpols auf die Hälfte des rechten Pols ohne Kupferring wiederholt sich das Spiel. Es entsteht die Wirkung, als ob die Magnetachse im Läuferscheibchen gleite, und zwar so lange, bis das Scheibchen dieselbe Drehzahl wie das Drehfeld besitzt. Dann verhält sich der Motor so wie ein nicht selbstanlaufender mit einem zweipoligen Permanentmagnetläufer. Gezwungenermaßen macht er 3000 U/min wie das Drehfeld, und das ist natürlich eine Schwierigkeit dieser Art Motoren. Die Fortschritte der letzten Jahre dienen fast ausschließlich dem Zweck, die schädliche Wirkung dieser hohen Drehzahl zu bekämpfen. Man hat deshalb für die Lagerung der Wellen Lochsteine und eine gut durchdachte Dochtschmierung vorgesehen. Außerdem sind alle Wellen mit einer höheren Drehzahl als 100 U/min in eine Ölkapsel eingeschlossen, die wohl eine reichliche Ölung gestattet, jedoch nicht etwa ganz mit Öl gefüllt ist.

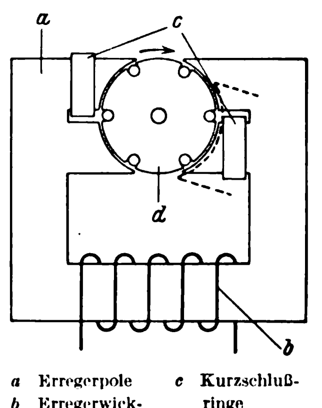


a Erregerpole *b* Erregerwicklung *c* Kurzschlußringe *d* Läufer

Abb. 3. Schnellaufender Hysteresismotor mit Läuferscheibchen.

In neuester Zeit haben die Hersteller dieses Motors die Drehzahl zunächst auf 375 U/min heruntergedrückt. Das war nur durch Vergrößerung des Läufers zu erzielen, der als 16poliger Anker ausgeführt wird. Der Anker ist als Trommel mit 16 Fenstern in der Trommelwand ausgebildet und besteht aus dünnem Stahlblech. Er wiegt rd. 3 g. Demgemäß mußte auch der Ständer 16 Pole besitzen und außerdem mußte jeder Ständerpol noch gespalten und eine Hälfte mit einem Kurzschlußring versehen werden, um das für den Anlauf nötige Drehfeld zu gewinnen. Drehmoment und Eigenverbrauch sind die gleichen wie beim Schnelläufer (etwa 500 bis 600 gcm und 1,8 W).

2. Der Untersynchronmotor. Es sind darunter alle selbstanlaufenden Synchronmotoren zu verstehen, welche einen asynchronen Läufer mit ausgeprägten Polen besitzen. Wesentlich ist aber, daß die asynchrone Leerlaufdrehzahl höher ist als die synchrone Betriebsdrehzahl. Abb. 4 stellt einen Motor mit zwei Erregerpolen und einem Eichkätzchenkäfiganker mit offenen Nuten dar. Der Ständer, den wir schon vom Hysteresismotor her kennen, erzeugt ein Drehfeld von 3000 U/min, welches den völlig leerlaufenden Anker mit derselben Geschwindigkeit mitnehmen würde, wenn nicht die offenen Nuten da wären, welche sechs ausgeprägte Pole erzeugen. Wären die Kurzschlußringe auf den Ständerpolen nicht vorhanden, so würde sich dieser Motor wie ein gewöhnlicher nicht selbstanlaufender mit sechspoligem Anker verhalten und bei 1000 U/min in Synchronismus fallen. Infolge der Kurzschlußringe läuft nun der Motor asynchron an. Sowie die Drehzahl von 1000 U/min erreicht ist, setzt das synchrone Drehmoment sehr stark ein und hält ihn bei dieser Drehzahl fest. Es ist klar, daß das synchrone Drehmoment bei der Betriebsdrehzahl immer größer sein muß als das asynchrone.



a Erregerpole *b* Erregerwicklung *c* Kurzschlußringe *d* Läufer

Abb. 4. Untersynchronmotor mit zylindrischem Läufer.

In Entwurf und Fertigung sind gewisse Schwierigkeiten zu überwinden. Einerseits soll der Vorteil ausgenutzt werden, daß bei der Betriebsdrehzahl neben dem synchronen Drehmoment ein kräftiges asynchrones Drehmoment vorhanden ist, anderseits muß aber unbedingt die Gefahr vermieden werden, daß unter ungünstigen Betriebsverhältnissen das asynchrone Drehmoment den Läufer über seine synchrone Drehzahl hinausreißt. Bei den neuen Motoren dieser Art sind deshalb die beiden Drehmomente sorgfältig gegeneinander abgeglichen. Eine andere Gefahr liegt darin, daß bei unsymmetrischer gegenseitiger Lage der Erreger- und der Ankerpole bei halber Betriebszahl ein kräftiges synchrones Drehmoment auftreten kann. Denken wir uns z. B. stark übertrieben den rechten Erregerpol in der Abb. 4 in die punktiert gezeichnete Lage verschoben, so sehen wir, daß in der gezeichneten Stellung ein ausgeprägter Läuferpol eben in den Bereich der unteren Kante des linken Poles kommt und stark angezogen wird. Eine halbe Polteilung später kommt ein Ankerpol in den Bereich der rechten oberen Polkante. Die erste halbe Periode wirkt links unten, die zweite rechts oben, während bei symmetrischer Lage die Ankerpole gleichzeitig unter die Kanten der beiden Erregerpole einlaufen, also nach jeder halben Periode schon wieder der nächste Läuferpol herankommt. Das heißt aber nichts anderes, als daß der unsymmetrische Motor nurmehr die halbe Drehzahl besitzt. Selbstverständlich genügen viel geringere Unsymmetrien, um diese höchst unerwünschte Wirkung zu erzielen. Derartige Unsymmetrien werden jedoch in letzter Zeit nach einem neueren Patent durch verschiebbare Eisenlaschen an den Erregerpolkanten ausge-



glichen, und wenn der Motor mit Sachkenntnis entworfen und mit Sorgfalt hergestellt ist, so ist gegen ihn nichts einzuwenden. Die Drehzahl von 1000 U/min der ersten Motoren wurde mit Recht als zu hoch angesehen. Man ist deshalb mit der Anzahl der offenen Nuten auf 12 hinaufgegangen, wodurch die Drehzahl auf 500 U/min heruntergedrückt wurde. Es wäre natürlich wünschenswert, wenn man noch weiter herunterkäme, ohne das sehr gute Drehmoment von etwa 600 bis 800 gcm zu schmälern.

Die Motoren mit Eichkätzchenkäfiganker sind nicht die einzigen Untersynchronmotoren. Es werden auch solche in recht abweichender Form gebaut, wie z. B das einfache Ferrarislaufwerk, dessen Scheibe mit 30 bis 40 Eisennieten versehen wird, die synchronisierend wirken und eine Drehzahl von 200 bis 150 U/min bewirken. Auch Motoren mit Glockenanker, ebenfalls auf dem Grundsatz des Ferrarislaufwerks fußend, werden ausgeführt. Es scheint mir so, als ob die Untersynchronmotoren noch sehr entwicklungsfähig wären.

3. Motoren mit schwingendem Anlauf. Trotzdem man bereits seit langem wußte, daß man Motoren durch Schwingungen zum Anlaufen bringen kann, wurde erst in allerletzter Zeit ein praktisch wirklich brauchbarer Motor dieser Art herausgebracht. Es war m. E. ein glücklicher Gedanke, gleich aufs ganze zu gehen und der Konstruktion einen Motor mit Kobaltmagnetanker zugrunde zu legen, der nach seinen Ausmaßen ein hohes Drehmoment verbürgte. Dieser Motor[1]) ist tatsächlich der Goliath unter den selbstanlaufenden Motoren, denn er besitzt ein Drehmoment von etwa 3000 gcm an der Sekundenwelle bei einem Eigenverbrauch von nur 1,4 W und einer Drehzahl von 200 U/min. Der Ständer ist topfförmig ausgebildet und besitzt 30 Pole von abwechselnder Polarität. Der Läufer ist mit gespaltenen Zacken versehen, ebenfalls mit wechselnder Polarität. Die Anlaufschwingungen werden durch bewußte Unsymmetrien zwischen den Anker- und Erregerpolen hervorgebracht. Der richtige Umdrehungssinn wird durch eine Sperrfeder erzwungen, die den Anker nach der richtigen Seite herumschleudert, wenn er nach der falschen Seite aus den Pendelschwingungen abgeschleudert wurde. Ob diese Lösung schon die zweckmäßigste ist, möchte ich dahingestellt sein lassen. Ich glaube, daß man hier noch etwas anderes finden wird.

Es ist natürlich nicht ausgeschlossen, daß zu den behandelten drei hauptsächlichen Motorsystemen für selbstanlaufende Synchronuhren noch andere hinzukommen. Augenblicklich sind keine großen Aussichten dafür vorhanden. Dagegen könnten meiner Ansicht nach Kombinationen der drei Hauptsysteme, bei welchen immer die besten Eigenschaften von jedem genommen würden, erhebliche weitere Fortschritte in bezug auf Sicherheit des Anlaufs und dauernd sicheren Betriebszustand bringen.

[1]) Vgl. Dtsch. Uhrm.-Ztg. 58 (1934) S. 633.

IV. Synchronuhren mit Hilfsreservegang.

Diese Art Uhren interessieren den Elektrotechniker nur insofern, als ein selbstanlaufender Synchronmotor für den normalen Betrieb eingebaut ist. Der Rest ist eine reine Uhrenangelegenheit. Es wäre höchstens noch darauf hinzuweisen, daß man in der letzten Zeit darauf übergegangen ist, entweder das Hilfsgangwerk dauernd leer laufen zu lassen, solange der Synchronmotor arbeitet, und beim Ausbleiben der Spannung durch ein Relais selbsttätig umschalten zu lassen, oder den Gangregler periodisch für wenige Minuten laufen zu lassen. Der Zweck dieser Maßnahmen ist der, ein Verharzen des Öles während des Stillstands des Gangreglers zu verhindern.

Ebenso haben auch die Einzeluhren mit Gangregler, bei welchen dieser unmittelbar durch den Frequenzgang beeinflußt wird, in erster Linie für die reine Uhrenindustrie Interesse. Die praktisch ausgeführten Beispiele dieser noch sehr jungen Gruppe beschränken sich vorläufig noch auf Pendeluhren und die Frequenzregelung des Pendels mit Hilfe eines Synchronmotors, der gleichzeitig zum Aufziehen der Reservegangfeder dient. Praktische Ausführungen der theoretisch denkbaren und in der neuesten Patentliteratur auch vertretenen Gangregelung von Unruheuhren mit Hilfe von einfachen Elektromagneten sind mir bisher nicht bekannt geworden. Es ist hier noch ein reiches Betätigungsfeld, das aber ziemlich dornig zu sein scheint.

Ich konnte in dieser gedrängten Übersicht natürlich nur die wichtigsten Neuerungen auf dem bereits sehr großen Gebiet der Synchronuhren bringen. Auf zahllose interessante Einzelheiten mußte ich wegen des beschränkten Raumes verzichten.

Zusammenfassung.

In dem Bemühen, die Synchronuhren zu vervollkommnen, ist es der Spezialindustrie in den letzten Jahren gelungen, einen Motor herauszuarbeiten, der allen praktischen Anforderungen genügt und kaum noch wesentliche Verbesserungen erfahren dürfte. Die Entwicklung der selbstanlaufenden Motoren verfolgt noch verschiedene Wege, die augenblicklich in drei Systemen zum Ausdruck kommen, dem Hysteresismotor mit sehr leichtem Magnetstahlanker und Hilfsdrehfeld, dem Untersynchronmotor mit genutetem Eichkätzchenkäfiganker und Hilfsdrehfeld und dem Motor mit schwingendem Anlauf ohne Hilfsdrehfeld. Diese Entwicklung steht bereits auf einer sehr hohen Stufe, ist aber keineswegs bereits vollständig abgeschlossen. Wenig bearbeitet und noch sehr entwicklungsfähig sind die Einzeluhren mit frequenzgeregeltem Gangregler.

Neue Wege in der Herstellung von Glühlampen hoher Leistung.

Von Dr. M. Wolff, Berlin.

621. 326. 6

Übersicht. Ein neues Verfahren zur Herstellung von Sonderglühlampen hoher Leistung wird beschrieben. Die sich aus der neuen Konstruktion ergebenden Vorteile werden erörtert.

In den letzten Jahren sind Hochleistungs-Glühlampen in immer stärkerem Maße verlangt worden. Sie wurden größtenteils von der Filmindustrie zur Beleuchtung von Aufnahmeateliers und für Projektionszwecke und von der See- und Luftschiffahrt zur Befeuerung der Häfen und Verkehrsstrecken benötigt. Häufig wurden kleine Kolben- und Leuchtkörperabmessungen gefordert. Die Herstellung derartiger Lampen, die an sich ziemlich schwierig ist, soll durch ein neuerdings in Amerika in größerem Maßstabe angewandtes Verfahren vereinfacht werden. Nach dem gewöhnlichen Herstellungsgang werden ein Tellerrohr, ein Pumprohr und die beiden Stromzuführungen (Abb. 1) zu dem sogenannten Fuß vereinigt. Die Wendel wird in geeigneter Weise an den Elektroden befestigt. Über das fertig zusammengebaute „Gestell“ wird der Glaskolben gestülpt und mit dem Fuß verschmolzen. Die Lampe wird dann „gepumpt“ und der Sockel mit Kitt an dem Kolben der Lampe befestigt. Bei Glühlampen hoher Leistung ist die vom Leuchtkörper entwickelte Wärmemenge oft so groß, daß das gewöhnlich verwendete Glas zu weich wird und sich dadurch der Kolben ausbeult. Durch systematische Untersuchungen der Eigenschaften verschiedenartig zusammengesetzter Gläser gelang es, ein Sonderglas (Hartglas) zu entwickeln, das auch bei höheren Temperaturen



eine genügend große Festigkeit besitzt. Hohen thermischen Beanspruchungen ist auch die „Quetschung“ ausgesetzt — das ist die Stelle, wo die Stromzuführungen in das Glas eingeschmolzen sind (vgl. Abb. 1). Um eine vakuumdichte Einschmelzung der Stromzuführungen zu erreichen, müssen diese aus einem Werkstoff bestehen, der u. a. praktisch denselben Ausdehnungskoeffizienten haben soll wie das Glas. Bei den gewöhnlichen Gläsern erfüllt ein Eisen-Nickeldraht, der mit einem dünnen Kupfermantel

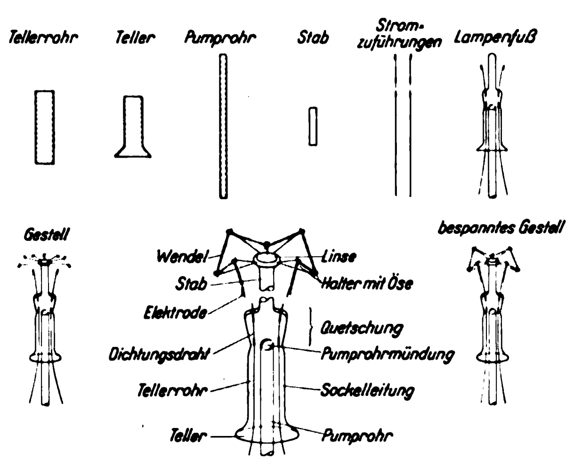


Abb. 1. Herstellung der elektrischen Glühlampe.

überzogen ist, die gestellten Anforderungen. Bei Hartglaskolben jedoch kommt man mit dem Eisen-Nickeldraht nicht aus. Man verwendet z. T. das verhältnismäßig teure Wolfram für die Durchführungen, z. T. ist man jedoch gezwungen, verschiedene Glassorten für den Kolben und den Fuß zu nehmen und muß dann zur Verbindung dieser beiden Gläser ein Zwischenglas einfügen. Der Einschmelzvorgang erschwert es auch, eine genaue Stellung des Leuchtkörpers zum Sockel der Lampe einzuhalten.

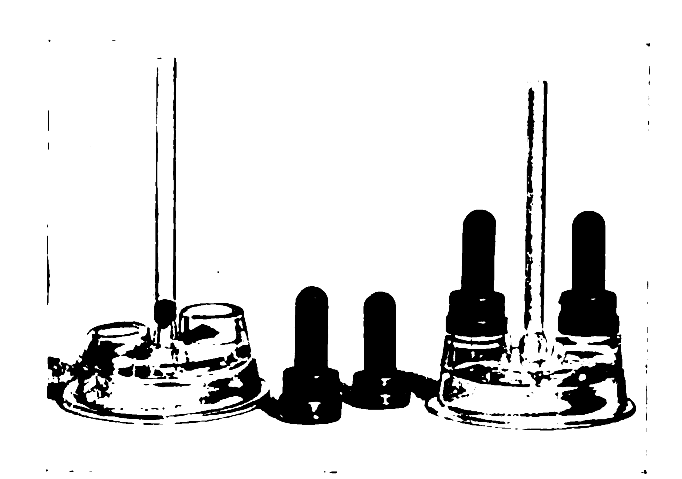


Abb. 2. Preßglasnapf und Kupferstifte für die neue Lampenkonstruktion.

Bei dem neuen Herstellungsverfahren werden an einem Preßglasnapf (Abb. 2) zwei Kupferzylinder, die an einem Ende geschlossen sind, angeschmolzen. In diese Kupferzylinder werden dann zwei Nickelschienen eingesteckt, die als Stromzuführungen und Halter für den Leuchtkörper dienen (Abb. 3). Der Leuchtkörper wird an den Elektroden in der bisher üblichen Weise angebracht. Dann wird der Kolben übergestülpt und mit dem Preßglasnapf verschmolzen. Durch den am Preßglasnapf befindlichen Pumpstengel wird die Luft aus dem Innern des Kolbens entfernt und das Füllgas eingelassen. Abb. 4 zeigt die fertige Lampe. Das geschilderte Verfahren bietet folgende Vorteile gegenüber der bisherigen Konstruktion:

1. Vereinfachte Stromdurchführung. Der Strom wird von dem Kupferzylinder unmittelbar zu den Nickelschienen und von da aus weiter zum Leuchtkörper geleitet. Der in das Glas eingebettete Rand des Kupferzylinders liegt außerhalb der Strombahn. Da also bei dieser Lampe der Strom nicht durch Glas hindurchgeführt wird, sind die bei der Quetschung auftretenden Probleme auf einfachste Art gelöst. Allerdings ist eine vakuumdichte Verbindung des Kupferzylinders mit dem Preßglasnapf erforderlich. Diese wird folgendermaßen erreicht: Das offene Ende des Kupferzylinders wird angeschärft und innen und außen mit Glas überzogen (Abb. 5). Hierbei ist der Grad der Anschärfung sehr wichtig. Obwohl Kupfer und Hartglas verschiedene Ausdehnungskoeffizienten haben, treten bei den Temperaturschwankungen beim Ein- und Ausschalten der Lampe infolge der Nachgiebigkeit des angeschärften Kupferrandes an der vakuumdichten Verbindung zwischen Metall und Glas keine Sprünge auf. Sowohl das Überziehen der Enden der Kupferzylinder mit Glas als auch das Anschmelzen an den Preßglasnapf wird maschinell vorgenommen.

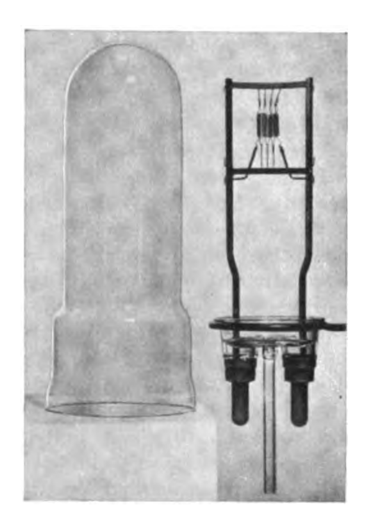


Abb. 3. Innenaufbau der neuen Lampe.

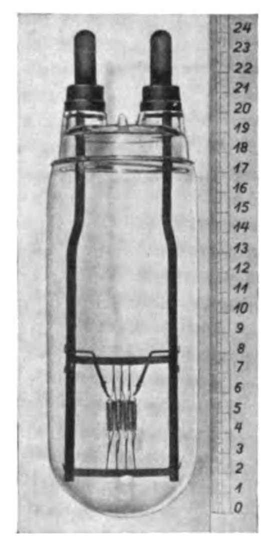


Abb. 4. Fertige Lampe (für hängende Brennlage).

2. Verstärkter Innenaufbau. Die schienenförmigen Elektroden werden in die Kupferstifte eingedrückt. Da sie nicht durch Glas hindurchgeführt werden, können sie durchgehend bedeutend stärker und kräftiger gewählt werden, als es bisher möglich war. Das Fehlen des herkömmlichen Kittsockels wirkt sich ebenfalls vorteilhaft aus, da auch bei hohen Sockeltemperaturen, wie sie bei dem Brennen der Lampen in engen Gehäusen auftreten, eine Lockerung des Sockels nicht zu befürchten ist.

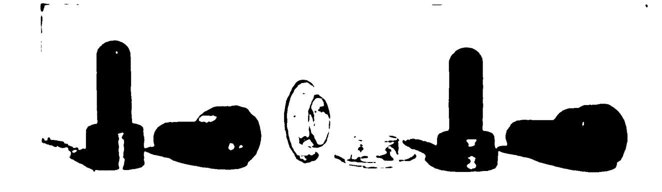


Abb. 5. Herstellung der Glasüberzüge an den Sockelstiften.

3. Kleinere Abmessungen. Da keine Quetschung vorhanden ist, die einen genügenden Abstand vom Leuchtkörper haben muß, um nicht zu stark erwärmt zu werden, kann der Abstand der Sockelstifte vom Leuchtkörper und damit die Gesamtlänge der Lampe bedeutend kürzer gehalten werden als bisher.

4. Vermeidung von Einstellschwierigkeiten. Viele Hochleistungslampen werden in Projek-



toren oder anderen Geräten verwendet, die eine genaue Stellung des Leuchtkörpers zum Reflektor bzw. zur Linse erfordern. Infolgedessen wurde — wie schon erwähnt — von den Verbrauchern eine möglichst genaue Stellung des Leuchtkörpers der Lampe zum Sockel verlangt. Da gewisse Spielgrenzen hierbei nicht unterschritten werden konnten, sind in manchen Geräten Vorrichtungen zum Verstellen der Lampenfassungen vorhanden. Diese werden jedoch häufig aus Unachtsamkeit oder Unkenntnis nicht richtig bedient. Bei dem neuen Herstellungsverfahren ist die Genauigkeit der Leuchtkörperstellung nicht von der Einschmelzung abhängig, sondern nur durch die in der Metallbearbeitung erzielbare Genauigkeit bedingt. Daher können bedeutend kleinere Spiele eingehalten werden und Einstellvorrichtungen fortfallen.

Die neue Lampe stellt einen recht interessanten Versuch dar, die Herstellung von Glühlampen hoher Leistung zu vereinfachen. Über das Verhalten der Lampen in der Praxis liegen in Europa z. Z. noch keine genügenden Erfahrungen vor, da bisher nur eine Versuchsfabrikation ausgeführt wird und auch die erforderlichen berührungsschutzsicheren Fassungen noch nicht fertigentwickelt sind. Die Lampe dürfte wegen ihrer verhältnismäßig kleinen Abmessung und der genauen Leuchtkörperstellung besonders zur Verwendung in Scheinwerfern sowie für Kino- und Projektionszwecke geeignet sein.

Zusammenfassung.

Das neue Verfahren zur Herstellung von Sonderglühlampen hoher Leistung unterscheidet sich von dem üblichen insbesondere dadurch, daß der Innenaufbau unmittelbar an zwei Stiften befestigt wird, die als Sockel dienen. Die sonst gewöhnlich vorhandene „Quetschung" fällt fort. Die Vorteile dieser Konstruktion sind: vereinfachte Stromzuführung vom Sockel zur Wendel, verstärkter Innenaufbau, Verkürzung der Gesamtlänge der Lampe und Vermeidung von Einstellschwierigkeiten bei Benutzung der Lampen in Projektoren oder anderen optischen Geräten durch äußerst genaue Stellung des Leuchtkörpers zu den Sockelstiften.

Das Anlaufmoment des Einphasenmotors mit Hilfsphase.

Von W. Schuisky, Hengelo.

621. 313. 333. 025. 1 : 621.3. 016.1 -57

Übersicht. Die Arbeit beschäftigt sich mit der Berechnung des Anlaufmomentes von Einphasenmotoren mit Wirkwiderstand, Induktivität oder Kapazität in der Hilfsphase. Die erwähnten Verfahren werden miteinander verglichen, und bei jedem Verfahren wird der Einfluß der einzelnen Größen untersucht.

Obwohl über die Berechnung des Anlaufmomentes des Einphasenmotors mit Hilfsphase schon mehrere Arbeiten vorliegen[1]), fehlt bis jetzt eine einfache Darstellung, bei welcher man den Einfluß der einzelnen Größen einfach und deutlich übersehen kann. Zur Vereinfachung der Rechnung vernachlässigen wir den Magnetisierungsstrom beim Kurzschluß, setzen also die Nutzreaktanz, welche in der Ersatzschaltung die Größe des Magnetisierungsstromes angibt, $X_h = \infty$. Die Ersatzschaltung wird dann durch eine Reihenschaltung der Blind- und Wirkwiderstände dargestellt. Wir bezeichnen mit:

- $\mathfrak{U}$ die Netzspannung
- $X_{1_\sigma}, X_{2_\sigma}$ die Ständer- bzw. Läuferstreureaktanz
- R_1, R_2 den Ständer- bzw. Läuferwirkwiderstand. (Alle Größen sind auf die primäre Seite bezogen.)
- R_3 den Wirkwiderstand der Hilfsphase einschließlich des vorgeschalteten Widerstandes
- $Z = \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (X_{1_\sigma} + X_{2_\sigma})^2}$ die Kurzschlußimpedanz der Hauptphase
- X_Z den Blindwiderstand der Drossel oder des Kondensators der Hilfsphase
- w_1, w_3 Windungszahl der Haupt- bzw. Hilfsphase.

Zur Bestimmung der Ströme lassen wir die Ungleichheit der Wicklungsfaktoren der beiden Phasen außer acht. Da die Wicklungen senkrecht zueinander stehen, so sind sie voneinander unabhängig. Der Strom in der Hauptphase ist

$$\mathfrak{I}_1 = \frac{\mathfrak{U}}{R_1 + R_2 + j\,(X_{1_\sigma} + X_{2_\sigma})} \qquad (1)$$

und in der Hilfsphase mit $\ddot{u} = \frac{w_3}{w_1}$, dem Windungszahlverhältnis der beiden Phasen,

$$\mathfrak{I}_3 = \frac{\mathfrak{U}}{R_3 + \ddot{u}^2 R_2 + j\,\ddot{u}^2 (X_{1_\sigma} + X_{2_\sigma}) + j\,X_Z}. \qquad (2)$$

Die Ströme $\mathfrak{I}_1$ und $\mathfrak{I}_3$ können in die synchrone und inverse Komponente (Zweiphasensystem) zerlegt werden. Diese ergeben sich zu:

$$\mathfrak{I}_s = \frac{1}{2}\,(\mathfrak{I}_1 + j\,\ddot{u}\,\mathfrak{I}_3) \qquad (3)$$

$$\mathfrak{I}_i = \frac{1}{2}\,(\mathfrak{I}_1 - j\,\ddot{u}\,\mathfrak{I}_3). \qquad (4)$$

Die synchrone sowie die inverse Komponente bilden die Drehmomente, die wir einfach aus der Läuferwärme berechnen können. Nun haben beide Momente Gegenrichtungen, und das Anlaufmoment wird damit die Differenz der beiden:

$$M_a = 2\,R_2\left(\mathfrak{I}_s^2 - \mathfrak{I}_i^2\right),$$

wobei 2 die Phasenzahl ist. Nach Einsetzen der Werte von $\mathfrak{I}_s$ und $\mathfrak{I}_i$ aus den Gl. (1) bis (4) erhalten wir das Anlaufmoment des Einphasenmotors mit der Hilfsphase zu

$$M_a = 2\,U^2\,\ddot{u}\,R_2 \times \frac{(R_1 + R_2)(\ddot{u}^2 X_{1_\sigma} + \ddot{u}^2 X_{2_\sigma} + X_Z) - (X_{1_\sigma} + X_{2_\sigma})(R_3 + \ddot{u}^2 R_2)}{Z^2\,[(\ddot{u}^2 X_{1_\sigma} + \ddot{u}^2 X_{2_\sigma} + X_Z)^2 + (R_3 + \ddot{u}^2 R_2)^2]} \qquad (5)$$

und den absoluten Betrag des Anlaufstromes:

$$I_a = |\,\mathfrak{I}_1 + \mathfrak{I}_3\,| = \frac{U}{Z} \times \sqrt{\frac{(R_1 + R_2 + \ddot{u}^2 R_2 + R_3)^2 + (X_{1_\sigma} + X_{2_\sigma} + \ddot{u}^2 X_{1_\sigma} + \ddot{u}^2 X_{2_\sigma} + X_Z)^2}{(R_3 + \ddot{u}^2 R_2)^2 + (\ddot{u}^2 X_{1_\sigma} + \ddot{u}^2 X_{2_\sigma} + X_Z)^2}}. \qquad (6)$$

Die Phasenverschiebung der Ströme $\mathfrak{I}_1$ und $\mathfrak{I}_3$ kann auf drei Arten erzielt werden. Man schaltet dazu in die Hilfsphase einen Wirkwiderstand, eine Drossel oder einen Kondensator ein.

Sehr einfach ist das Verfahren mit Wirkwiderstand, denn der Widerstand kann als Widerstandsdraht oder dünnerer Kupferdraht mit der Hilfswicklung vereinigt werden. Wir wollen die Abhängigkeit des Anlaufmomentes von den zwei Größen, die man beim Entwurf des Motors frei hat, untersuchen. Dies sind die Größe des Wirkwiderstandes der Hilfsphase R_3 und das Windungszahlverhältnis $\ddot{u}$. Wir setzen dazu in der Gl. (5) und (6) $X_z = 0$ und berechnen für ein Beispiel die Anlaufmoment- und Stromkurven in Abhängigkeit von R_3 bei verschiedenen Werten von $\ddot{u}$. Folgende Werte werden etwa einem 0,25 PS-Motor entsprechen: $U = 220$ V, $X_{1_\sigma} + X_{2_\sigma} = 20\,\Omega$, $R_1 = 10\,\Omega$, $R_2 = 10\,\Omega$. Die Ergebnisse der Rechnung stellen Abb. 1 und 2 dar. Aus der Abb. 1 ist deutlich zu ersehen, daß das Anlaufmoment ein Maximum hat. Es ist also eine günstigste Be-

[1]) Thoma, Arch. Elektrotechn. 26 (1932) S. 856. Krondl, Elektrotechn. u. Maschinenb. 52 (1934) S. 133.

messung des Motors möglich. Der höchste Wert des Anlaufmomentes ist um so größer, je kleiner das Windungszahlverhältnis $\ddot{u}$ ist. Mit dem Anlaufmoment nimmt gleichzeitig die Größe des Anlaufstromes zu. Die Abb. 1 und 2 lassen ohne weiteres die Werte von $\ddot{u}$ und R_3 auf Grund des Anlaufmomentes und Stromes bestimmen. Der Wert von $\ddot{u}$, bei welchem das Anlaufmoment seinen höchsten Wert erreicht, ist

$$R_3 = \ddot{u}^2 (R_1 + Z), \tag{7}$$

und der höchste Wert des Momentes mit zugehörigem Strom ist

$$M_a = U^2 \frac{R_2 (X_{1\sigma} + X_{2\sigma})}{\ddot{u}\, Z^2 (Z + R_1 + R_2)} \tag{8}$$

$$I_a = \frac{U}{\ddot{u}\, Z} \sqrt{1 + \ddot{u}^2 + \frac{Z}{2\, \ddot{u}\, (Z + R_1 + R_2)}}\,. \tag{9}$$

Die Gl. (7), (8) und (9) enthalten Größen, welche sehr einfach durch Versuch gefunden werden können, und sind deshalb gute Hilfsmittel beim Entwurf des Motors. Zur Bestimmung von $R_1, R_2, X_{1\sigma} + X_{2\sigma}$ genügt ein Kurzschlußversuch.

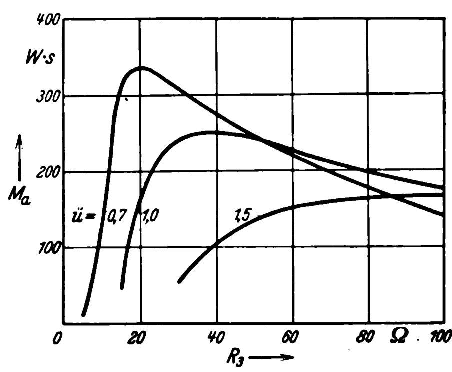
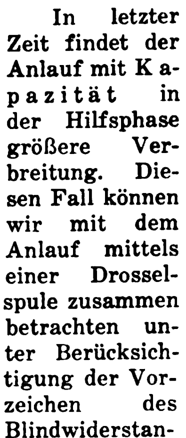


Abb. 1. Das Anlaufmoment des Motors in Abhängigkeit von dem Wirkwiderstand der Hilfsphase.



In letzter Zeit findet der Anlauf mit Kapazität in der Hilfsphase größere Verbreitung. Diesen Fall können wir mit dem Anlauf mittels einer Drosselspule zusammen betrachten unter Berücksichtigung der Vorzeichen des Blindwiderstandes des X_Z. Bei veränderlichem X_Z gibt Gl. (5) zwei höchste Werte des Anlaufmomentes; sie treten bei folgendem Wert von X_Z auf:

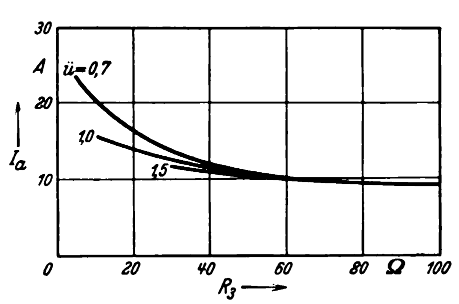


Abb. 2. Der Anlaufstrom entsprechend der Abb. 1.

$$X_Z = \frac{R_3 + \ddot{u}^2 R_2}{R_1 + R_2} (X_{1\sigma} + X_{2\sigma} \pm Z) - \ddot{u}^2 (X_{1\sigma} + X_{2\sigma}). \tag{10}$$

Es sind damit zwei Vorzeichen bei X_Z möglich. Das positive bedeutet vorgeschaltete Drossel, das negative Kondensator. Dementsprechend sind die maximalen Werte der Momente:

$$M_a = \frac{U^2 R_2}{Z^2} \frac{\pm\, \ddot{u}\, (R_1 + R_2)^2}{(R_3 + \ddot{u}^2 R_2)(Z \pm X_{1\sigma} \pm X_{2\sigma})}\,. \tag{11}$$

Um einen Vergleich der drei Verfahren miteinander möglich zu machen, wollen wir einen Sonderfall nehmen, in dem die Hilfswicklung dasselbe Kupfergewicht hat wie die Hauptwicklung. Dies ist freilich praktisch selten erfüllt, doch werden hier gewonnene Ergebnisse nicht viel von den wirklichen abweichen. Unter dieser Annahme wird $R_3 = \ddot{u}^2 R_1$, und die Gl. (10), (11) und (9) vereinfachen sich in

$$X_Z = \pm\, \ddot{u}^2 Z; \quad M_a = \pm \frac{U^2 R_2 (R_1 + R_2)}{\ddot{u}\, Z^2 (Z \pm X_{1\sigma} \pm X_{2\sigma})}$$

$$I_a = \frac{U}{\ddot{u}\, Z} \sqrt{1 + \ddot{u}^2 + \frac{Z}{2\, \ddot{u}\, (Z \pm X_{1\sigma} \pm X_{2\sigma})}}\,.$$

Die größten erreichbaren Momente in allen drei Fällen verhalten sich wie:

$$\frac{X_{1\sigma} + X_{2\sigma}}{Z + R_1 + R_2} : \frac{R_1 + R_2}{Z + X_{1\sigma} + X_{2\sigma}} : \frac{R_1 + R_2}{Z - X_{1\sigma} - X_{2\sigma}}\,.$$

Bei den kleinen in Frage kommenden Leistungen der Einphasenmotoren ist $R_1 + R_2 \approx X_{1\sigma} + X_{2\sigma}$; das Verhältnis der Momente wird damit etwa 1 : 1 : 5,8 und das der zugehörigen Ströme 1 : 1 : 1,18. Bei Einschalten des Wirkwiderstandes und der Drossel in die Hilfsphase sind also etwa gleiche maximale Momente zu erwarten, während beim Kondensator das maximale Moment bedeutend größer ist. Der Anlaufstrom ist im letzten Falle nur unwesentlich größer als in den ersten beiden. Der Anlauf mit Kondensator ist also bedeutend vorteilhafter als mit Wirkwiderstand oder Drossel.

Beim Entwurf der Kondensatormotoren ist die Frage des billigsten Kondensators von großer Bedeutung. Beim Anlauf wird die Spannung am Kondensator allgemein höher als die Netzspannung, jedoch überschreitet sie bei den üblichen Werten der Netzspannung 220 oder 380 V selten den Wert 500 V. Der Preis des Kondensators bis 500 V ist hauptsächlich durch die Größe seiner Kapazität bestimmt. In Abb. 3 sind die Kurven des Anlaufmomentes in Abhängigkeit von der Kapazität des Kondensators bei

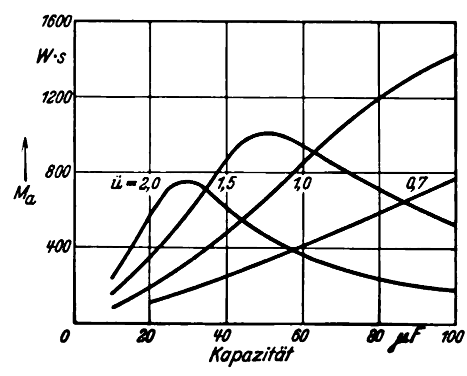


Abb. 3. Das Anlaufmoment des Motors in Abhängigkeit von der Kapazität in der Hilfsphase.

verschiedenen Windungsverhältniszahlen nach der Gl. (5) berechnet. Wie aus der Abbildung ersichtlich, soll das Windungszahlverhältnis $\ddot{u}$ so groß wie möglich genommen werden. Diesem stellt das gegebene Anlaufmoment eine Grenze. Man setzt deshalb das Anlaufmoment gleich dem maximalen nach der Gl. (11) und bestimmt daraus die Verhältniszahl $\ddot{u}$. Mit dem Wert von $\ddot{u}$ findet man nach der Gl. (10) den vorgeschalteten Blindwiderstand X_Z und daraus die Kapazität $C = 1/\omega X_Z$.

Das gemessene Moment ist immer kleiner als das berechnete. Der Unterschied beträgt rd. 30 % und ist durch die Wirkung der Oberfelder, Unsymmetrie der Wicklungen usw. zu erklären. Diese Erscheinung ist schon bei Drehstrom-Induktionsmotoren vorhanden[2]) und wird bei Einphasenmotoren wahrscheinlich noch in größerem Maße auftreten.

Zusammenfassung.

Der Vergleich der drei Verfahren: Einschaltung von Wirkwiderstand, Drossel oder Kondensator in der Hilfsphase, ergibt die Überlegenheit des Kondensators. Die erreichbaren Anlaufmomente sind, bei gleichen Anlaufströmen, in den ersten zwei Fällen ungefähr gleich, im letzten dagegen bedeutend größer. Sowohl beim Einschalten des Wirkwiderstandes als auch des Kondensators ist die günstigste Bemessung des Motors möglich, d. h. die Bemessung mit dem kleinsten Wert des Wirkwiderstandes bzw. der Kapazität des Kondensators.

[2]) W. Schuisky, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) S. 210.

RUNDSCHAU.

Apparate und Stromrichter.

621. 314. 57 **Der Wechselrichter mit magnetischer und Stromstoßsteuerung.** — Forschungen von R. Savagnone im Elektrotechnischen Laboratorium der T. H. Padua haben gezeigt, daß man einen Quecksilberdampf-Lichtbogen auch durch ein magnetisches Feld sperren kann, ähnlich wie man es sonst mit dem Sperrgitter tut. Herrscht quer zum Anodenarm eines Quecksilberdampf-Glasgleichrichters ein Magnetfeld, so zündet der Bogen nicht, selbst wenn ein Kathodenfleck mit Hilfe von Hilfsanoden aufrechterhalten wird. Verschwindet das Feld, so zündet der Bogen, sofern die anliegende Spannung hoch genug ist. Die magnetische Steuerung wirkt also ganz ähnlich der Gittersteuerung, und man kann an einem Stromrichter mit n Anodenarmen auch n voneinander unabhängige Steuerungen einrichten unter der Voraussetzung, daß die Feldzonen und die Kathode durch Eisenbleche gegeneinander abgeschirmt sind.

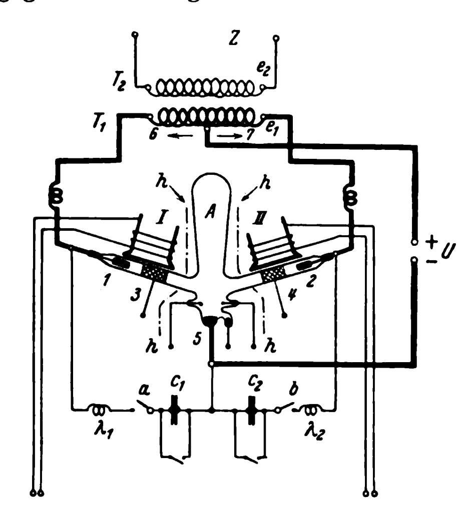
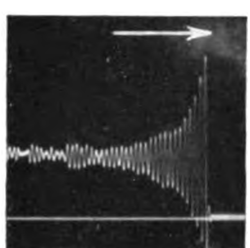


Abb. 1. Grundsätzliche Schaltung des Wechselrichters mit magnetischer Steuerung.

Savagnone hat mit dieser Steuerung einen fremderregten Wechselrichter ausgebildet. Abb. 1 zeigt die Schaltung. U ist die Gleichspannung, T_1 T_2 ein Einphasentransformator, Z das Netz, in welches die Energie als Wechselstrom übertragen werden soll. Im Netz Z ist keine anderweitige Wechselspannung vorhanden. Der Glasstromrichter A hat eine mit Eisenblech abgeschirmte Kathode. Die Anodenarme sind besonders lang, um einen großen magnetischen Feldraum zu erhalten. Da durch die Verlängerung der Arme Unregelmäßigkeiten der Zündung entstehen können, sind Zündgitter *3* und *4* vorgesehen. Die Elektromagnete *I* und *II* steuern die Lichtbögen zu den Anoden *1* und *2*. Um den Lichtbogen ohne Mitwirken der Spannung des Netzes Z zu löschen, wird eine besondere Steuerung überlagert, die der Verfasser „Stromstoßsteuerung" nennt. Wird bei brennendem Lichtbogen ein Schwingungskreis parallel zu diesem und gleichzeitig das Magnetfeld eingeschaltet, so entstehen im Lichtbogenkreis Hochfrequenzschwingungen, die sich schnell verstärken. Vorbedingung für die Entstehung der Schwingungen ist das Vorhandensein kräftiger Sperrdrosseln im Gleichstromkreis. Beim Wechselrichter erfüllen die Induktivität des Transformators und eine Kathodendrossel diese Aufgabe. In Abb. 1 wird der Lichtbogen *1* gelöscht, wenn der Elektromagnet *I* Strom bekommt und gleichzeitig durch den Schalter a der Schwingungskreis λ_1, c_1 parallel zum Lichtbogen geschaltet wird. Entsprechendes gilt für den Lichtbogen *2*. Der Schwingungsstrom überlagert sich im Bogen dem durch die Spannung U bedingten Gleichstrom. Erreicht der Schwingungsstrom den gleichen, aber entgegengesetzten Wert des durch U bedingten Stromes, so erlischt der Lichtbogen in sehr kurzer Zeit. Das magnetische Feld verhindert mit seiner Sperrwirkung die Wiederzündung. Das Oszillogramm Abb. 2 zeigt die durch Stromstoßsteuerung hervorgerufene Lichtbogenunterbrechung.

Die Elektromagnete *I* und *II* liegen in Reihe mit den beiden Anodenarmen eines gittergesteuerten Einphasengleichrichters, der von einem Wechselstrom mit der Frequenz des Netzes Z gespeist wird. Während je einer halben Periode ist demgemäß einer der Elektromagnete stromlos. Derselbe Einphasen-Gleichrichterkreis steuert auch die Schwingungskreise c_1, λ_1 und c_2, λ_2, welche die Lichtbögen löschen. Es ist so möglich, den Gleichstrom abwechselnd über die Arme *1* und *2* des Stromrichters A zu leiten. In



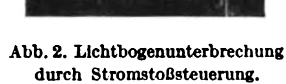


Abb. 2. Lichtbogenunterbrechung durch Stromstoßsteuerung.

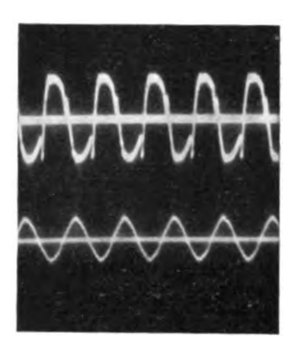


Abb. 3. Spannungswelle im Sekundärkreis des Transformators.

den Hälften *6* und *7* der Primärwicklung T_1 des Transformators fließt also periodisch in entgegengesetzten Richtungen ein Strom, der einen Wechselkraftfluß im Transformatorkern bedingt und wechselnde EMKe e_1 bzw. e_2 in der Primär- und Sekundärwicklung hervorruft. e_1 wirkt in jeder Hälfte der Primärwicklung der Spannung U entgegen und verhält sich so wie die Gegen-EMK eines gewöhnlichen Transformators. e_2 ruft einen Strom im Netz Z hervor, dessen Spannungswelle das Oszillogramm Abb. 3 zeigt. Der beschriebene Wechselrichter ist im Laboratorium für die Wechselrichtung von 10 A bei 1000 V in Betrieb gewesen. Da nach Meinung des Verfassers die Aufrechterhaltung der Sperrung bei hohen Spannungen im Wechselrichterbetrieb einer der schwierigsten Punkte ist, bemühte er sich weiter um die Aufklärung der Sperrwirkung, die bei gleichzeitiger Anwendung eines negativ geladenen Gitters und eines magnetischen Feldes auftritt: Die Wirkungen des magnetischen und des elektrischen Feldes addieren sich zu einer kräftigen Sperrwirkung, so daß man hoffen darf, auf diese Weise mit der Betriebsspannung der Quecksilberdampf-Wechselrichter höher zu kommen. [R. Savagnone, Elettrotecn. 22 (1935) S. 318.] *Sb.*

621. 319. 3 **Die elektrostatischen Maschinen.** — Die grundsätzliche Wirkungsweise der elektrostatischen Maschinen nach Holtz und Toepler ist bis heute noch nicht befriedigend geklärt, obgleich die Maschine bereits 1865 erfunden wurde. Helmar Strauch behandelt nun die Theorie sowohl der fremd- wie der selbsterregten Maschine. Man kann die Wirkungsweise aus einer periodischen Ladung und Entladung des an der Maschine angebrachten Kondensators erklären. Die Belastungskennlinien werden berechnet und Bemessungsregeln gegeben. Die Maschinenverluste beruhen größtenteils auf Koronaerscheinungen, welche bei der fremderregten Maschine die Leerlaufspannung heruntersetzen; bei der selbsterregten spielen sie allerdings für die Stabilität dieselbe Rolle wie die Eisensättigung bei der selbsterregten Nebenschlußdynamo. Die fremderregte Maschine ist zu bevorzugen, aber auch ihr Wirkungsgrad nähert sich günstigstenfalls nur 50 %. Höhere Leistungen lassen sich wahrscheinlich durch Maschinen unter Hochvakuum erreichen, doch dürften die Kosten dann zu hoch sein. Als praktische Anwendung der elektrostatischen Maschine könnte u. U. die unmittelbare Umwandlung von Luftelektrizität in mechanische Arbeit in Frage kommen. [H. Strauch, Physik. Z. 36 (1935) S. 575.] *Kur.*

621. 316. 71 **Berechnung und Untersuchung einer Steuervorrichtung hoher Güte.** — Die vorliegende Arbeit hat zum Inhalt die Anwendung der Theorie der Servo-Steuerungen[1]) beim vollständigen Entwurf einer hochwertigen stetigen Steuerung von vorgeschriebener Leistung und großer Geschwindigkeit, welche für die selbsttätige Ausgleich- und Registriereinrichtung eines Rechengerätes gebaut wurde. Die Steuerung enthält einen Gleichstromverstärker, der einen kleinen Gleichstrommotor sehr geringer Trägheit speist, welcher seinerseits den Ausgang über einen mechanischen Drehmomentenverstärker antreibt. Als Wertmaßstab wird der Ausdruck $M = \frac{\omega_m^2}{\Theta_m} = \frac{\tau_m}{4\gamma^2 J}$ eingeführt. In ihm bedeutet ω_m die höchste Winkelgeschwindigkeit der Servo-Steuerung, Θ_m den stationären Schlüpfungsfehler bei der Ausgangsgeschwindigkeit ω_m, τ_m das höchstzulässige Antriebsmoment am Ausgang, begrenzt durch Erwärmung, Materialbeanspruchung usw., J das Trägheitsmoment der Steuerung einschl. Belastung, bezogen auf den Steuerungsausgang und γ^2 einen Faktor zur Charakterisierung der Pendelneigung. $\gamma^2 = 1$ bedeutet aperiodische Einstellung. Die Gleichung für M zeigt, daß beim Entwurf das Verhältnis des höchsten Antriebsmomentes zum Trägheitsmoment so groß wie möglich gemacht werden muß. Die optimale Erfüllung dieser Forderung bedingt u. a. die eigenartige Bemessung des in der Steuerung verwendeten Gleichstrommotors, bei welchem der kleine Ankerdurchmesser bei unverhältnismäßig großen Feldspulen auffällt. Ausführlich behandelt der Verfasser die Natur der verschiedenen Begrenzungen, insbesondere die Begrenzungen infolge Ankererwärmung und zulässiger Dämpfung, welche in Form von Kurven dargestellt werden, aus denen die günstigsten Bemessungen für vorgeschriebene Bedingungen ermittelt werden können. Weiterer Raum ist den Versuchen gewidmet, durch welche die Parameter und die Arbeitsweise der auf Grund obigen Entwurfes gebauten Steuerung gemessen wurden. Die durch Versuche gewonnenen Kurven stimmen beachtlich gut mit den Berechnungen überein, abgesehen von kleinen Abweichungen, die wahrscheinlich durch nicht in Betracht gezogene Faktoren bedingt sind. Die Steuerung folgt sehr schnell. Bei Verwendung der kritischen Dämpfung, gekennzeichnet durch $\gamma^2 = 1$, dauert der Ausgleichszustand nach dem plötzlichen Anlegen einer konstanten Eingangsgeschwindigkeit nur etwa 0,1 s. Macht man die Dämpfung ein wenig kleiner, so läßt sich der stationäre Zustand schon in etwa 0,04 s erreichen. [H. L. Hazen, J. Franklin-Inst. 218 (1934) S. 543.] *W. Schr.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Elektrisches Prüfamt 36. — Dem Elektricitätswerk Sachsen-Anhalt AG. in Halle, Saale, ist die Genehmigung erteilt worden[2]), als „Elektrisches Prüfamt 36" amtliche Prüfungen und Beglaubigungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen, und zwar mit Gleichstrom bis 100 A 600 V, mit Wechsel- und Drehstrom bis 400 A 110 000 V.

621. 317. 42. 029. 5 **Gerät zur Ausmessung hochfrequenter Magnetfelder.** — Um die Verteilung der magnetischen Feldstärke in der Nähe einer Antenne oder eines Hochfrequenzkreises zu bestimmen, wurden verschiedene Meßeinrichtungen auf ihre Brauchbarkeit untersucht. Zunächst entwickelten die Verfasser einen Feldstärkemesser nach der folgenden Schaltung (Abb. 4). Das magnetische Wechselfeld induziert in einer Feldmeßspule B eine Spannung, die, durch ein Elektronenrohr T_2 gleichgerichtet, an einen Luftkondensator C von etwa 500 pF gelegt wird. Ändert sich das Magnetfeld sinusförmig, so läßt sich sein Höchstwert H_m aus dem Scheitelwert u_m der induzierten Spannung nach folgender Formel berechnen: $H_m = \frac{\lambda\, u_m}{2\pi\, c\, n\, F}$. Darin sind c die Lichtgeschwindigkeit, n die Windungszahl und F die Windungsfläche der Feldmeßspule. Die Wellenlänge λ der speisenden Hochfrequenz wird mit einem Wellenmesser bestimmt. Der Kondensator C lädt sich auf die Spannung u_m auf, wenn der Spannungsverlust in T_2 verhältnismäßig klein ist. Die Kondensatorspannung wird wie folgt gemessen. C liegt im Gitterkreis einer Dreielektrodenröhre T_1 in Reihe mit einer Batterie, deren Spannung etwa durch einen Spannungsteiler stetig regelbar ist. Bei feldfreier Meßspule und bei kurz geschlossenem Kondensator wird zunächst die Gitterspannung $-U_0$ bestimmt, bei der der Anodenstrom in T_1 verschwindet. Bringt man nun die Meßspule in das zu untersuchende Magnetfeld, so ist die Gitterspannung $-U_1$ nötig, um den Anodenkreis von T_1 stromlos zu machen. Es ist dann $u_m = U_1 - U_0$. Um Meßfehler durch die in den Zuleitungen der Meßspule induzierte Spannung auszuscheiden, wurden jeweils die Anschlüsse der Meßspule vertauscht, und es wurde aus den beiden Messungen das arithmetische Mittel genommen. Die Meßspule ist durch einen geerdeten Käfig abgeschirmt. Das Gerät wurde zunächst an berechenbaren Spulenfeldern erprobt. Die Meßgenauigkeit betrug bei Feldstärken von 20 Gauß an 4 %.

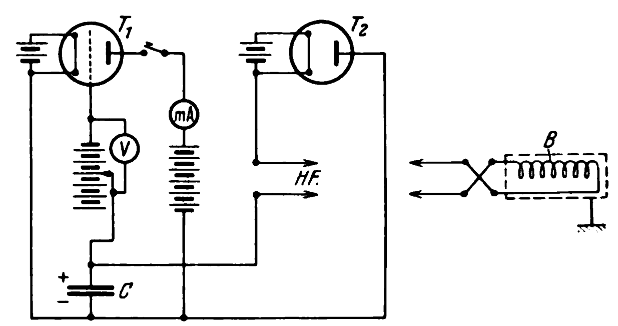


Abb. 4. Magnetischer Feldstärkemesser.

Dieses Nullverfahren wurde zur Eichung von einfacheren, unmittelbar anzeigenden Feldstärkemessern verwendet. So wurde z. B. versucht, die magnetische Feldstärke aus der Wirbelstromwärme eines dem Wechselfelde ausgesetzten leitenden Körpers zu bestimmen. Ein Quecksilberthermometer mit einer 35 cm langen Skala von 0 bis 100 ° C, in Fünftelgrade unterteilt, wurde gleichachsig in das Spulenfeld eines Röhrensenders gebracht. Bei schwachen Spulenfeldern wurde die Empfindlichkeit dieses Feldstärkemessers wesentlich gesteigert, wenn der Quecksilberspeicher des Thermometers mit einem feinmaschigen Eisendrahtgewebe umgeben wurde. Bei Strömen über 10 A war diese Maßnahme unnötig. Eine Feldstärke von z. B. 7 Gauß konnte auf ein Tausendstel genau an der Thermometerskala abgelesen werden. Noch größere Empfindlichkeit wollen die Verfasser mit einem Gasthermometer erzielen, das für die Feldausmessung entwickelt wird.

Weiterhin wurden zur Messung der Wirbelstromwärme Vakuumthermoelemente untersucht, die den Vorzug einer geringeren Metallmasse haben. Die eine Lötstelle des Thermoelements wird im Wechselfelde erhitzt, während die zweite Lötstelle im feldfreien Raum auf gleichbleibender Temperatur gehalten wird. Die Differenz der Thermokräfte treibt einen Strom durch ein empfindliches Galvanometer, das bei gegebener Wellenlänge des Wechselfeldes unmittelbar die magnetische Feldstärke anzeigt. Die beschriebenen Meßverfahren können auch dazu verwendet werden, den Strom in einem Hochfrequenzleiter zu messen. Diese Art der Strommessung wird vielfach von Vorteil sein, da die elektrischen Verhältnisse des Hochfrequenz-Leiterkreises nicht durch Einfügen irgendeines Meßgliedes geändert zu werden brauchen. [Laporte u. Vasilesco, J. Physique Radium 6 (1935) S. 289.] *Rsk.*

Beleuchtung.

621. 327. 3 + 621. 326. 4 **Neue Straßenleuchte für Quecksilberdampflampen.** — Die stetige Steigerung des Kraftwagenverkehrs verlangt besonders für die Beleuchtung der Ausfallstraßen Lichtquellen erhöhter Wirtschaftlichkeit zur Verbesserung und Verstärkung der Beleuchtung[1]). Die Quecksilber-Hochdruckdampflampe hat etwa die doppelte Lichtausbeute gegenüber der bisher vorwiegend verwendeten Glühlampe und ermöglicht ohne Steigerung des Energiebedarfs eine erhebliche Steigerung der

[1]) Siehe S. 1279 dieses Heftes.
[2]) Reichsgesetzblatt S. 905.

[1]) ETZ 55 (1934) S. 577.

Beleuchtungsstärke. Als Mischlicht in Verbindung mit dem bisher gebräuchlichen Glühlampenlicht ergibt sich eine angenäherte Tageslichtfarbe. Zweckmäßig schaltet man zu einer Hg-Lampe von 1000 W eine 200- oder 300 W-Glühlampe. Bei der Quecksilberlampe ist die Strom-Spannungs-Kennlinie fallend; deshalb wird eine Drosselspule vorgeschaltet, die bei einer neuen Leuchte in das Gehäuse eingebaut ist. Dadurch wird der Umbau unzweckmäßiger Straßenbeleuchtungen wesentlich vereinfacht, da jetzt nur die Leuchten gegeneinander auszuwechseln sind. Die neue Leuchte ist für Hg-Lampen von 275 oder 550 W nebst einer Glühlampe bestimmt. *Sh.*

Verkehrstechnik.

621. 396. 823 **Ein neues Verfahren zur Beseitigung von Hochfrequenzstörungen durch Fahrleitungen.** — E. W. Schumacher berichtet in einer kürzeren Mitteilung über die Störwirkung verschiedener Schleifbügelbaustoffe bei Straßenbahnen[1]). Die Störungen sind am größten bei Bronze, am kleinsten bei Kohle. Metallbügel machen den Fahrdraht rauh, Kohlebügel polieren. Letztere Wirkung kann sich allerdings nur entfalten, wenn auf der betreffenden Strecke gar keine Wagen mit Metallbügel mehr verkehren. Die Vergleichszahlen für die Störwirkung sind die folgenden: Bronze (2000), Kupfer, Aluminium, Messing, Stahl (1000), Zink, Kohle (weniger als 240). Bei 5 min-Verkehr ist nach Messungen der Nürnberger Straßenbahn die jährliche Drahtabnutzung nur 0,1 mm. Die Lebensdauer eines Kohlebügels beträgt bis zu 150 000 km. [Proc. Inst. Radio Engr. 23 (1935) S. 779.] *Kur.*

621. 39 : 656. 25 **Das Eisenbahn-Sicherungswesen 1935.** — Hundert Jahre deutsche Eisenbahn bedeuten nicht hundert Jahre Eisenbahnsicherungswesen, vielmehr ergab erst das Vorhandensein eines gesteigerten Verkehrs etwa drei Jahrzehnte später die Notwendigkeit eines gut durchgebildeten Sicherungsdienstes. Ein äußerst seltenes Beispiel in der Geschichte der Technik ist die Tatsache, daß eine der ersten Erfindungen auf dem neuen Gebiet, der von Carl Frischen angegebene und 1871 erstmalig eingeführte handbediente Wechselstromblock, die „Sicherung auf Raum", trotz der stürmischen Entwicklung der Technik noch heute in nahezu unveränderter Form als Grundelement des Sicherungsdienstes beibehalten wurde. Ergänzt wird der handbediente Wechselstromblock in jüngster Zeit u. a. durch die besonders für Bahnhofsblockung in Frage kommende selbsttätige Gleisfreimeldung, die entweder mit Gleisstromkreis (isolierte Schiene) oder Achszähler und Radtaster arbeitet. Der Achszähler meldet den vom Zug befahrenen Blockabschnitt erst frei, wenn die gleiche Achszahl, welche in den Abschnitt eingefahren ist, diesen auch wieder verlassen hat. Beim Streckenblock bietet somit der Achszähler ein sicheres Überwachungsmittel, daß innerhalb des Abschnitts keine Zugtrennung stattgefunden hat. Eine besondere Vorrichtung beim zweimotorigen Achszähler gestattet es, auch noch ein Abzweiggleis in den zu überwachenden Abschnitt einzubeziehen. In zunehmendem Maße verbreiten sich die selbsttätigen Blockanlagen, wobei deren ursprüngliches Verwendungsgebiet, der reine Streckenblock, mehr und mehr durch den selbsttätigen Bahnhofsblock erweitert wird. In Verbindung mit dem selbsttätigen Block werden heute meistens nur noch Lichtsignale verwendet, deren Überlegenheit gegenüber den Formsignalen sich bei schlechten Sichtverhältnissen besonders deutlich zeigt. Auch die Fernsteuerung von Weichen und Signalen ist in diesem Zusammenhang technisch voll durchgebildet, allerdings z. Z. erst auf einer vollspurigen Industriebahn zur Anwendung gelangt, wo sie bisher den Anforderungen entsprochen hat. Die mechanischen Stellwerke der Bahnhöfe sind vereinheitlicht worden, so daß nur noch das Einheitshebelwerk gebaut wird. Auch die sich aus der erhöhten Fahrgeschwindigkeit der Züge ergebende Vergrößerung des Abstandes zwischen Vor- und Hauptsignal von 700 auf 1000 m und die Einführung eines Zusatzflügels am Vorsignal stellten Aufgaben, die meist mechanisch gelöst wurden. — Im Bau elektrischer Stellwerke hat sich das Vierreihen-Stellwerk gut eingeführt. Gleichzeitig mit Ablaufstellwerken wurden auch die Gleisbremsen neu entwickelt in der Form der ferngesteuerten gewichtsselbsttätigen und der elektrischen (Wirbelstrom-)Balken-Gleisbremse. — An Stelle der bisher üblichen Schranken werden Wegübergänge heute durch selbsttätige, vom Zuge gesteuerte Blinklichtsignale gesichert[1]). Die Sicherheit an den auf diese Art geschützten Wegübergängen hat sich besonders bei Strecken mit starkem Kraftwagenverkehr erhöht. — Die neueste Bauart der induktiven Zugbeeinflussung arbeitet mit den Frequenzen 500, 1000 und 2000 Hz und überträgt sicher drei und mehr vollständig voneinander verschiedene Arten von Impulsen auf die Lokomotive. Diese Bauart ist auch auf dem „Fliegenden Hamburger" angewandt. Im Gegensatz zu der „punktförmig" arbeitenden Zugbeeinflussung auf den Fernstrecken ist heute für Strecken mit selbsttätigem Block bereits eine Zugbeeinflussung mit „linienförmiger" Wirkung entwickelt worden. [Mahnke, Siemens-Z. 15 (1935) S. 378.] *W. Schr.*

Elektrische Antriebe.

621. 316. 71 -519 **Theorie der Servo-Steuerungen.** — Das wachsende Anwendungsgebiet vollselbsttätiger Fernsteuerungen, welche vorteilhaft dort angesetzt werden, wo die Regelung von Hand vor allem bei schnell wechselnden Vorgängen hinsichtlich Folgegenauigkeit und Zuverlässigkeit nicht mehr ausreicht, macht die Untersuchung der Wirkungsweise derartiger Steuerungen besonderns bedeutungsvoll[2]). Da die an dem zu steuernden Organ aufzuwendenden Momente gewöhnlich größer sein müssen als die am „Indikator" verfügbaren, bedient man sich sog. Servo-Steuerungen. Das sind kraftverstärkende Einrichtungen, bei denen im Gegensatz zum einfachen Verstärker das den Ausgang antreibende Verstärkerelement durch den Unterschied zwischen Eingang und Ausgang betätigt wird. H. L. Hazen liefert in einer umfassenden Abhandlung einen Beitrag zu diesen interessanten Fragen der Steuerungstechnik; er geht auf die Untersuchung zweier wesentlicher Störungsquellen der Servo-Steuerungen, nämlich Pendelung und Schlüpfung, besonders ein. Die mengenmäßige Untersuchung von Pendelung und Schlüpfung erfordert eine getrennte Analyse für jede Steuerungsanordnung. Einige Servo-Einrichtungen besitzen an sich Pendelneigung, während andere durch geeignete Konstruktion pendelfrei gemacht werden können. Drei besonders wichtige Anordnungen werden untersucht. Die erste, als „Relais-Servo" bezeichnete einfache „Ein-Aus"-Steuerung, d. h. also eine reine Wegsteuerung, ist bei veränderlichem Eingang im Grenzfall grundsätzlich pendelnd, jedoch können bei geeigneter Bemessung und unter bestimmten Bedingungen die Amplitude der Pendelung und der Schlüpfungsfehler klein gemacht werden. Das Vorhandensein einer von der Geschwindigkeit unabhängigen Reibungskraft (Coulomb-Reibung) vermag eine Anfangsamplitude der Pendelung allein nicht herunterzudämpfen. Zeitverzögerung im Ansetzen der rückführenden Kräfte vergrößert die Schwingungsamplitude. Die zweite Steuerungsart ist eine solche, bei der die Korrektur des Ausgangs in einer endlichen Zahl von Stufen und in bestimmten Zeitzwischenräumen erfolgt. Diese Art wird oft verwendet in Registrierapparaten und Steuerungen für Größen, die sich verhältnismäßig langsam ändern, und wird beispielsweise verdeutlicht durch ein Temperatur-Registriergerät, in dem die Stellung der Feder periodisch daraufhin geprüft wird, ob sie mit der angezeigten Temperatur übereinstimmt. Die Steuerung zweiter Art arbeitet aperiodisch, wenn sie in geeigneter Weise geregelt ist, und ergibt bei langsam veränderlichen Bewegungen nur einen kleinen Schlüpfungsfehler. Trotzdem kann auch sie wegen ihrer Stufenkorrektur und der intermittierenden Überprüfung der Stellungen nicht als ideale Fernsteuerung bezeichnet werden, da bei einer solchen Ein- und Ausgangsstellungen in jedem Augenblick gleich sein sollen. Dieser Forderung sehr nahe kommt nur die dritte Art, die stetige, mit der Abweichung und ihren beiden ersten Ableitungen nach der Zeit arbeitende Fernsteuerung. Sie ist wahrscheinlich überhaupt die günstigste, wenn hohe Geschwindigkeiten und weiche Steuerung verlangt werden, und läßt sich so bauen, daß sie bei geeigneter Bemessung und Regelung aperiodisch oder mit jedem beliebigen Dekrement schwingend arbeitet. Die zusätzliche Einführung der beiden ersten Ableitungen bewirkt hierbei, daß sich neben

[1]) S. a. ETZ 56 (1935) H. 46, S. 1259.

[1]) ETZ 56 (1935) H. 24, S. 682.
[2]) Siehe S. 1278 dieses Heftes.

hohen Folgegeschwindigkeiten sehr kleine Stellungsfehler im stationären Zustand erreichen lassen. [H. L. Hazen, J. Franklin Inst. 218 (1934) S. 279.] *W. Schr.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 677. 2 **Über die Erregung des Antennensystems eines Richtungssenders.** — H. A. Thomas beschreibt eine einfache Anordnung für die Erregung des Richtungssenders mit umlaufendem Richtstrahl. Um den Nachteffekt auszuschalten, der Fehlpeilungen bedingt, wurde an Stelle der bisherigen Anordnung ein Adcock-Antennensystem benutzt (in Gegenphase erregtes Senkrechtantennenpaar mit dem Abstand $d \ll \lambda$). Infolge der bei langen Wellen (hier 1040 m) für höhere Leistungen erforderlichen großen Antennenabmessungen wird an Stelle der mechanischen Drehung eines Antennenpaares eine Kombination zweier zueinander senkrecht aufgestellter ortsfester Antennenpaare benutzt (Nord-Süd- und Ost-West-Antennenpaar). Um eine Drehung des resultierenden Richtstrahles mit der gewünschten Umlaufzeit (hier 60 s) zu erreichen, werden die Amplituden beider Antennenpaare sinusförmig geändert, und zwar so, daß ein Viertel Periode Phasenverschiebung zwischen den Amplitudenkurven der beiden Antennenpaare besteht.

Die Erregung dieses Systems ist grundsätzlich durch die bekannte Goniometeranordnung möglich, stößt jedoch für Sender großer Leistung auf technische Schwierigkeiten (Rückwirkung des Antennenstromes auf das Goniometerfeld, Notwendigkeit der Antennenstromabnahme über Schleifkontakte.) Die vom Verfasser angegebene einfache Anordnung vermeidet die Nachteile der Goniometererregung. Ein quarzgesteuerter Sender geringer Leistung speist ein Potentiometer (120 Ω). Mittelanzapfung und je ein Schleifkontakt des Potentiometers werden an die Eingänge zweier gleicher Hochfrequenzverstärker geführt, von denen jeder eins der beiden Antennenpaare erregt. Die Schleifkontakte werden über eine von einem Synchronmotor getriebene Einrichtung so betätigt, daß an den Eingängen der beiden Hochfrequenzverstärker Spannungen liegen, die den obigen Anforderungen genügen. Es sind Einrichtungen getroffen, die die Herstellung der erforderlichen absoluten Phasen- und Verstärkungsgleichheit der beiden Hochfrequenzverstärker ermöglichen. Der Antriebsmechanismus des Potentiometers wird eingehend besprochen. Die mit einer Versuchsanordnung erzielten Ergebnisse waren zufriedenstellend. [H. A. Thomas, J. Instn. electr. Engr. 77 (1935) S. 285.] *Gkf.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

539. 15 **Neutronen, Positronen und Deutonen.** — Ein Bericht von Neuert und Kirchner soll einen Überblick über die neueste Entwicklung der Kernphysik geben und den Leser insbesondere mit den neuentdeckten Bausteinen der Atomkerne bekanntmachen[1]). Die ältere Vorstellung vom Aufbau der Atomkerne aus Protonen und Kernelektronen mußte infolge der überraschenden Entdeckung neuer Elementarbausteine der Materie aufgegeben werden; wir wissen heute, daß es nicht nur negative, sondern auch positive Elektronen gibt, und daß die Atomkerne außer den Protonen noch Neutronen, d. h. Teilchen von ungefähr ebenso großer Masse, aber ohne elektrische Ladung, enthalten. Neutronen wurden zuerst beobachtet bei der Beschießung von Beryllium mit α-Teilchen radioaktiver Stoffe. Da sie elektrisch nicht mit den Atomen in Wechselwirkung treten, können sie nur durch einen unmittelbaren Stoß auf einen Atomkern beobachtet und nachgewiesen werden. Die Neutronen sind selbst auch imstande, Kernumwandlungsvorgänge einzuleiten. Aus den Energiebilanzen solcher Umwandlungsprozesse kann die Masse des Neutrons bestimmt werden. Positive Elektronen wurden zum ersten Male bei der Untersuchung des korpuskularen Anteils der Ultrastrahlung beobachtet. Eine besonders interessante Erscheinung stellt die Bildung von Zwillingspaaren aus einem Elektron und einem Positron bei der Vernichtung eines Lichtquants dar, also die Entstehung von Materie aus Strahlungsenergie.

Die Messung der spezifischen Ladung e/m des Positrons durch magnetische und elektrische Ablenkung ergab — abgesehen vom Vorzeichen — denselben Wert wie für das Elektron. Positronen werden auch bei einer Reihe von Kernumwandlungsprozessen beobachtet; die Erscheinung der künstlichen Radioaktivität besteht in vielen Fällen darin, daß noch längere Zeit nach Einleitung der Umwandlungsprozesse die hierbei radioaktiv gewordenen Atomkerne unter Aussendung eines Positrons in Kerne mit einer um 1 niedrigeren Ordnungszahl übergehen. Eine weitere Bereicherung der Kenntnisse vom Aufbau der Atomkerne und den Kräften, die die Einzelbausteine auf dem engen Raume zusammenhalten, der dem Atomkern zur Verfügung steht, lieferte schließlich die Entdeckung und Untersuchung der Eigenschaften des schweren Wasserstoffs, dessen Atommasse doppelt so groß ist wie die des gewöhnlichen Wasserstoffs. Schweres Wasser ist in gewöhnlichem Wasser normalerweise etwa im Verhältnis 1 : 4500 enthalten; es kann durch elektrolytische Zersetzung des Wassers angereichert werden. Das schwere Wasser zeigt in vieler Beziehung abweichende physikalische Eigenschaften gegenüber dem gewöhnlichen Wasser. Die Atomkerne des schweren Wasserstoffs, die „Deutonen", haben sich wie die Protonen bereits in zahlreichen Versuchen als wirksame Geschosse bei der Kernumwandlung erwiesen. [H. Neuert u. F. Kirchner, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 6, S. 371.]

[1]) Vgl. hierzu auch H. Kopfermann, ETZ 56 (1935) H. 37, S. 1017.

Werkstatt und Baustoffe.

621. 365. 2 + 621. 357. 2 : 669. 24 **Die elektrolytische Nickelgewinnung aus elektrisch geschmolzenem Ferro-Nickel.** — In der französischen Kolonie Neu-Kaledonien hat man ein vollkommen neues Verfahren für die Gewinnung von Nickel aus seinen Erzen entworfen und zum Teil bereits ausgeführt. Das Verfahren hat sich vor allem zum Ziel gesetzt, das Erz ohne Zusatz von Flußmittel zu verhütten. Ein der Nickel-Gesellschaft in Yaté gehörendes elektrisches Kraftwerk speist eine Reihe von elektrischen Lichtbogenöfen mit Strom. Als Auskleidung für diese Öfen hat man ein neutrales Futter, nämlich Chromit, gewählt, während das Ofengewölbe mit Silikatsteinen ausgefüttert ist. Das Nickelerz selbst wird unter Zusatz von 3 bis 7 % Koks oder Holzkohle zum Schmelzen gebracht, so daß sich eine Ferro-Nickel-Legierung ergibt. Diese wird zunächst durch eine teilweise Verschlackung des Eisens mit Hilfe von eingeblasener Luft und von zugesetztem Sand auf 92 bis 95 % Nickel angereichert und zu anodenförmigen Stücken vergossen. Diese unreinen Anoden werden sodann in einer heißen und konzentrierten Lösung von Nickelchlorid elektrolysiert. Die Kathoden bestehen aus Nickeldrähten und sind von einem Sack umgeben, der als Diaphragma wirkt und in dessen Innere man die Nickelchloridlösung eintreten läßt. Infolge des Widerstandes, den der Sack dem Durchgang der Flüssigkeit entgegenstellt, entsteht ein hydrostatischer Druck, der den äußeren Elektrolyten verhindert, mit der Kathode in Berührung zu kommen. Unter diesen Umständen können nur die Nickelionen sich ablagern, und erst nach seinem Durchgang durch den die Kathoden umgebenden Sack wird das Nickelchlorid durch die Auflösung der Eisenionen verunreinigt. Diese aus dem Elektrolysierbottich ständig abfließende unreine Lösung wird durch Natriumkarbonat oder Nickelkarbonat und durch die dadurch bewirkte Ausscheidung von Eisen wieder aufgefrischt und gereinigt, so daß sie den Kathodenabteilungen wieder zugeleitet werden kann. Man erhält auf diese Weise Nickelstäbe von besonderer Reinheit mit einem Nickelgehalt von 99,9 %. Das anschließende elektrolytische Feinungsverfahren wird zwar auf größerer industrieller Stufe bisher noch nicht ausgeübt, es ist aber doch vollkommen geplant und entwickelt. [L. Guillet, Rev. Métallurg. 32 (1935) H. 8, S. 321.] *Kp.*

WIRTSCHAFTSTEIL.

Die technisch-wirtschaftliche Seite der Gleichstrom-Hochspannungsübertragung.

621. 315. 024. 003

Eines der wichtigsten Anwendungsgebiete der Gleichstrom-Hochspannungsübertragung dürfte künftig da liegen, wo Energie zwischen einem Drehstrom-Erzeuger oder -Verbrauchernetz über größere Entfernung mit einem anderen Drehstrom-Erzeuger oder -Verbrauchernetz ausgetauscht werden soll. Die Energieübertragung erfolgt dann in der Weise, daß der Drehstrom auf der einen Seite in einem Stromrichterwerk in hochgespannten Gleichstrom umgeformt und dieser am Ende der Gleichstromfernleitung in einem weiteren Stromrichterwerk in Drehstrom zurückverwandelt wird. Unter Zugrundelegung der Verhältnisse bei der deutschen Energieversorgung erscheint dabei die Übertragung nach dem Grundsatz der Konstant-Spannungshaltung am zweckmäßigsten. Die technischen Einzelheiten der in Frage kommenden Umformungseinrichtungen (Gleichrichter und Wechselrichter) werden mit Rücksicht auf die vielen, auf diesem Gebiet erschienenen Veröffentlichungen als bekannt vorausgesetzt, so daß von vornherein auf den technisch-wirtschaftlichen Vergleich zwischen Gleichstrom- und Drehstromübertragung eingegangen werden kann. Unter der obigen Voraussetzung, daß der Gleichstrom lediglich zur Übertragung, nicht aber zur Verteilung an die Verbraucher dienen soll, kann sich der Vergleich zwischen Drehstrom und Gleichstrom auf die Übertragungsleitungen und die Umspannwerke, bzw. Stromrichterwerke am Anfang und Ende der Leitungen beschränken. Die Leitungen können dabei in beiden Fällen Freileitungen oder Kabel sein.

1. Freileitungen.

Bei Freileitungen ist die mit Drehstrom wirtschaftlich übertragbare Leistung begrenzt durch den hauptsächlich vom induktiven Widerstand der Leiter abhängigen Spannungsabfall auf der Leitung, der um so größer ist, je mehr Blindleistung über die Leitung übertragen wird. Bei Gleichstrom ist für den Spannungsabfall nur der sehr viel geringere ohmsche Widerstand maßgebend. Da außerdem unter Anwendung geeigneter Blindlastwechselrichter die Leitung vom Blindstrom entlastet wird, ergibt sich bei Gleichstrom eine wesentlich bessere Ausnutzung der Leiter, die sich durch größere Übertragungsleistung oder Übertragungsentfernung auswirkt. Hinzu kommt, daß die bei Drehstrom übertragbare Leistung durch die Stabilitätsbedingungen der Übertragung, unabhängig von den zugelassenen Verlusten, eine Begrenzung erfährt, die es technisch bei Gleichstrom nicht gibt. Bei dem Vergleich der Drehstrom- und Gleichstromübertragung mittels Freileitungen kann man entweder davon ausgehen, daß 1. für beide Stromarten verschiedene Leitungen vorgesehen werden, wobei das Querschnittsverhältnis der Drehstrom- zur Gleichstromleitung unter bestimmten Voraussetzungen zu bestimmen ist. Man kann 2. anderseits davon ausgehen, daß eine vorhandene Drehstromleitung auf Gleichstrombetrieb umgestellt werden soll, wobei die größere übertragbare Leistung bei Gleichstrom- gegenüber Drehstrombetrieb interessiert. — Zunächst wird der erste Fall behandelt. Legt man der Gleichstromfreileitung aus der großen Zahl der Schaltungsmöglichkeiten der Leiter die als am wirtschaftlichsten und betriebssichersten anzusehende Dreileiteranordnung zugrunde, bei der zwei Leiter isoliert und der Mittelleiter geerdet sind und vergleicht diese mit einer Drehstromfreileitung der heute üblichen Anordnung mit isoliertem Nullpunkt, so beträgt der bei gleicher Übertragungsleistung ($\cos\varphi = 1$) und gleichen Stromwärmeverlusten bei Gleichstrom aufzuwendende Gesamtleiter-Querschnitt nur 0,5 bis 0,22 desjenigen bei Drehstromübertragung. Bei $\cos\varphi < 1$ verschiebt sich das Bild noch mehr zugunsten des Gleichstromes. Vergleicht man die Leiterquerschnitte bei gleicher Übertragungsleistung ($\cos\varphi = 1$) und gleichem Spannungsverlust der Leitung, so beträgt der Querschnitt der gesamten Leiter bei Gleichstrom nur 0,47 bis 0,27 desjenigen bei Drehstrom und bei $\cos\varphi < 1$ noch weniger. Für den Fall, daß eine vorhandene Drehstromfreileitung auf Gleichstrombetrieb umgestellt wird, ergeben sich eine größere Zahl von Schaltmöglichkeiten, je nach deren Wahl die übertragbare Gleichstromleistung das 1,22- bis 2,45fache der Drehstromleistung beträgt.

Da durch eine rein mathematisch-analytische Behandlung infolge der vielen Veränderlichen nur schwer ein klarer Überblick beim Vergleich der Gleichstrom- und Drehstromübertragung zu gewinnen ist, wurden konkrete Zahlenbeispiele durchgerechnet. Bezogen auf bestimmte Drehstromspannungen (30, 60, 100 und 200 kV), sowie diesen Spannungen entsprechenden, den Erfahrungen mit Drehstrom entnommenen wirtschaftlichen Übertragungsentfernungen (30, 60, 150 und 400 km) und $\cos\varphi$ (1 bzw. 0,8, 0,85, 0,9 und 0,95) wurde das Kostenverhältnis k_{gl}/k_{dr} der Gleichstrom- zur Drehstromfreileitung für sehr verschiedene Übertragungsleistungen ermittelt. Die Gleichspannung wurde gleich dem Amplitudenwert der Phasenspannung des Drehstromes gewählt und Annahmen hinsichtlich Spannungsverlust, Leiteranordnung usw. gemacht, so wie sie praktischen Betriebserfahrungen entsprechen. Es zeigt sich dann, daß das Kostenverhältnis k_{gl}/k_{dr} mit steigender Leistung bei $\cos\varphi = 1$ nur wenig (von 0,8 auf 0,7), bei $\cos\varphi < 1$ dagegen sehr rasch abnimmt (von 0,8 auf 0,1). Die Kostenersparnis der Gleichstromfreileitung allein gegenüber der Drehstromfreileitung allein ist also um so größer, je größer die übertragene Leistung und je kleiner der $\cos\varphi$ der Übertragung ist.

2. Kabel.

Bei Kabeln ist für den Kostenvergleich zwischen Gleichstrom und Drehstrom ausschließlich die Isolationsbemessung maßgebend, von der ja auch die Wärmeabfuhr als der für die Belastbarkeit des Kabels entscheidende Faktor abhängig ist. Die Kabelbeanspruchung, von der die Bemessung der Isolation abhängt, ist bei Gleichstrom und Drehstrom sehr verschieden. Sowohl hinsichtlich der Durchschlagfestigkeit des idealen fehlerfreien Dielektrikums als auch hinsichtlich des Verhaltens des durch die Herstellung praktisch fehlerhaften Dielektrikums zeigt sich das Gleichstromkabel wesentlich günstiger als das Wechselstromkabel. So ist die Durchschlagsfestigkeit von ölgetränktem Papier bei Gleichstrom etwa doppelt so groß als bei Wechselstrom. Außerdem bedingen die bei jedem Massekabel aus fabrikatorischen Gründen in der Isolation unvermeidbaren Luftzwischenräume ein Glimmen, das als Folge der Aufladung des Kabels bei technischem Wechselstrom nach je $^1/_{100}$ s bei Überschreitung einer bestimmten Spannungshöhe einsetzt. Da bei Gleichstrom keine periodische Umladung des Kabels stattfindet, kann ein Glimmen im Lufthohlraum nur eintreten, wenn infolge des endlichen Isolationswiderstandes die Spannung am Luftzwischenraum den kritischen Überschlagwert erreicht hat, was praktisch nur alle 1 bis 10 min, also 6000- bis 60 000mal seltener, wie bei Wechselstrom auftritt. Aus dieser Erkenntnis heraus, sowie auf Grund praktischer Versuche hat sich für die Bemessung der Isolationsstärke bei Drehstrommassekabeln ein zulässiger Maximalgradient von etwa 5 kV/mm, bei Drehstromölkabeln ein solcher von 10 kV/mm, bei Gleichstrommassekabeln dagegen ein solcher von 25 kV/mm als zulässig erwiesen. Gleichstromkabel können also $^1/_5$- bis $^1/_2$-mal schwächer isoliert werden als Drehstromkabel.

Auf Grund dieser Unterlagen wurde für die gleichen Beispiele, wie bei den Freileitungen, das Kostenverhältnis k_{gl}/k_{dr} der Gleichstromkabel zu entsprechenden Drehstromkabeln für verschiedene Leistungen berechnet; als Vergleichsgrundlage wurde gleiche Stromstärke in beiden Fällen gewählt. Dabei zeigt sich für Gleichstromkabel bereits bei verhältnismäßig nied-



rigen Spannungen und Leistungen ein günstiges Kostenverhältnis zu Drehstromkabeln, während der Einfluß des $\cos\varphi$ nur gering ist. Bei 30 und 60 kV-Übertragungsspannung nimmt k_{gl}/k_{dr} mit wachsender Leistung von etwa 0,7 bis 0,3 ab, während das Kostenverhältnis bei 100 und 200 kV mit der Leistung nahezu konstant zwischen 0,3 und 0,2 bleibt. Insgesamt stellen sich also die Kosten der Gleichstromkabelanlagen allein etwa nur ½ bis ¼ so hoch wie Drehstromkabelanlagen.

3. Stromrichter- bzw. Umspannwerk.

Bei den Stromrichter- bzw. Umspannwerken fällt der Vergleich für Gleichstrom ungünstiger aus. Der Stromrichtertransformator ist teurer als der gewöhnliche Drehstromtransformator; hinzu kommen noch die Kosten für die Entladungsgefäße, die noch dazu in doppelter Zahl vorzusehen sind, wenn Stromlieferung in beiden Stromrichtungen oder Blindleistungsübertragung verlangt wird. Der Kostenvergleich k_{gl}/k_{dr} zwischen Stromrichterwerken und Drehstrom-Umspannwerken gibt daher für die früher genannten Beispiele folgendes Bild. Bei $\cos\varphi = 1$ liegt k_{gl}/k_{dr} je nach Spannung und Leistung zwischen 2 und 1,3; bei $\cos\varphi < 1$ liegen die ungünstigsten Werte k_{gl}/k_{dr} für kleine Spannung und Leistung etwa bei 3; sie sinken mit wachsender Spannung und Leistung etwa bis 1,5. Im Mittel läßt sich also sagen, daß nach den heutigen Erfahrungen im Bau von Entladungsgefäßen das Stromrichterwerk je nach Spannung, Leistung und $\cos\varphi$ 1,5- bis 2,5-mal teurer wird, als das entsprechende Drehstrom-Umspannwerk. Die durch niedere Kosten der Leitungen gewonnenen Vorteile der Gleichstromübertragung werden also zum Teil durch höhere Kosten der Unterwerke wieder aufgehoben und es interessiert, zu erfahren, von welcher Grenze ab der Gleichstrom gegenüber dem Drehstrom bei der Energieübertragung im Vorteil ist.

4. Gesamte Übertragung.

Zur Beantwortung dieser Frage wurde mit Hilfe der bisher für die einzelnen Bestandteile gewonnenen Vergleichszahlen die Kosten der gesamten Übertragung (Leitung und Unterwerke) für Gleichstrom und Drehstrom für die anfangs erwähnten Zahlenbeispiele miteinander verglichen. Das Ergebnis für $\cos\varphi = 1$ zeigt die Kurvendarstellung der Abb. 1.

Oberhalb der Linie $k_{gl}/k_{dr} = 1$ ist Drehstrom, unterhalb Gleichstrom im Vorteil. Die Bezeichnung der Kurven bezieht sich auf die gewählte Drehstromspannung U_{dr}, während die vergleichsweise angenommene Gleichspannung nach den oben gemachten Voraussetzungen U_{gl} $= 2 \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{U_{dr}}{\sqrt{3}}$ wäre. Für Freileitungen liegen die Kurven bei 30 und 60 kV$_{dr}$ über 1, bei 100 und 200 kV$_{dr}$ dicht unter 1, während sie für Kabel nahezu bei allen Spannungen unter 1 liegen.

Auf Grund des ähnlichen für $\cos\varphi < 1$ gefundenen Ergebnisses läßt sich zusammenfassend folgendes sagen. Die Gleichstromübertragung bietet unter Zugrundelegung des heutigen Standes der Stromrichtertechnik:

a) keinen wirtschaftlichen Vorteil bei Mittelspannungen und Freileitungen,
b) geringen Vorteil bei Freileitungen und Höchstspannungen,
c) großen Vorteil bei Kabeln mit steigender Spannung und steigender Übertragungsleistung.

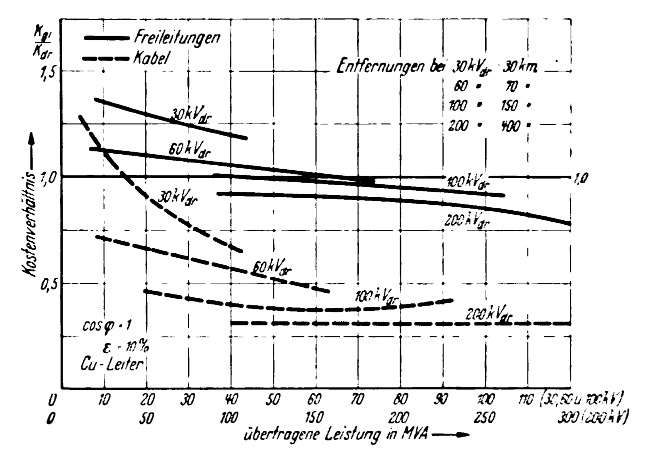


Abb. 1. Gesamtkostenverhältnis (Leitung + Werk) von Gleichstrom- und Drehstrom-Übertragungen mit Freileitungen und Kabeln.

Der Vorteil für Gleichstrom wird um so größer sein, je mehr der reine Übertragungscharakter gegenüber einem Netzcharakter überwiegt.

Praktische Schlußfolgerungen aus den Ergebnissen zu ziehen, ist in erster Linie Sache der Elektrizitätswerke. Der Zeitpunkt hierfür wird erst dann vorliegen, wenn Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet praxisreif abgeschlossen sind, ein Zeitpunkt, der sich jetzt noch nicht übersehen läßt. [Auszug aus einem Vortrag von Prof. A. Rachel, gehalten auf der gemeinsamen Jahrestagung der WEV und des REV in Saarbrücken am 27. 9. 1935. Elektr.-Wirtsch. 34 (1935) S. 717.]
Sb.

Spaniens Elektrizitätswirtschaft.

Von Dr. Bruno Kiesewetter, Berlin.

621. 311. 1. 003 (46)

Übersicht. Die gegenwärtigen Fragen der spanischen Elektrizitätswirtschaft werden kurz aufgezeigt und ein Überblick über die jüngste Entwicklung größerer Elektrizitätsgesellschaften in den verschiedenen Teilen des Landes gegeben. Der Verfasser sieht für die Zukunft die Aufgabe der Elektrowirtschaftspolitik der spanischen Unternehmen mehr in dem Aufbau des Verteilungsnetzes und der Hebung des Verbrauchs, als in der Erstellung neuer Erzeugungsmöglichkeiten.

Die spanische Stromerzeugung der letzten 12 Jahre (Zahlentafel 1) befand sich in einer zwar langsamen, aber stetigen Entwicklung. Die neueste Statistik des Völkerbundes (Zahlentafel 2) gibt Aufschluß über die Verteilung des Verbrauchs auf Verkehr, Industrie und sonstige Zwecke. Von der installierten Gesamtleistung von etwa 1,3 Mill kW im Jahre 1933 entfallen rd. 27 % auf Dampfkraft, während die Erzeugung der Dampfkraftwerke nur 11 % der Gesamterzeugung betrug. Daraus geht hervor, daß Spanien noch verhältnismäßig große Reserven für thermische Elektrizitätsgewinnung besitzt. Das ist im Hinblick auf die wechselnden Wasserverhältnisse des Landes notwendig, bedeutet aber eine zusätzliche Kapitalbindung, die kostenverteuernd und damit tariferhöhend wirkt. Da die Wasserwirtschaft in diesem Lande eine

Zahlentafel 1. Spaniens Stromerzeugung (Mill kWh).

Jahr	Mill kWh	Jahr	Mill kWh	Jahr	Mill kWh
1922	1162	**1926**	1708	**1930**	2609
1923	1281	**1927**	1849	**1931**	2681
1924	1433	**1928**	2370	**1932**	2795
1925	1611	**1929**	2433	**1933**	3000

Zahlentafel 2. Entwicklung des Stromverbrauchs (Mill kWh).

	Statistisch erfaßte Erzeugungsmenge	Verkehr	%	Industrie	%	sonstige Zwecke	%
1929	1979	196	10	1439	73	344	17
1930	2093	239	11	1450	70	404	19
1931	2183	237	11	1541	70	405	19
1932	2264	252	11	1565	69	447	20

Erfaßt werden rund 80% der Gesamterzeugung.



große Rolle spielt und zwar nicht nur für die Wasserversorgung der Bevölkerung selbst, sondern auch für die Stromerzeugung, wurden die „Confederaciones" (Wassergenossenschaften) durch sogenannte „Delegaciones" ersetzt, die sich von den ersteren durch die Möglichkeit einer erhöhten Regierungskontrolle unterscheiden. Man will durch eine planvolle Bewirtschaftung auf diesem Gebiet die Erzeugungsbedingungen verbessern, da man die Ausführung öffentlicher Werke so großen Ausmaßes als eine nationale Frage ansieht. Der Etat des Jahres 1933 hat für diese Zwecke Kredite in Höhe von 45,9 Mill RM[1]) vorgesehen.

Die Antriebskräfte in der spanischen Elektrizitätswirtschaft sind noch dieselben, wie sie in einem früheren Aufsatz in dieser Zeitschrift behandelt worden sind[2]). Der Verbrauch je Kopf der Bevölkerung betrug im Jahre 1933 130 kWh und erreichte in den Industriezentren wie Barcelona den deutschen Durchschnittssatz von 280 kWh. Ausgesprochene landwirtschaftliche Bezirke und die Hochflächen des Innern erreichen nur höchstens 30 bis 40 kWh. Wenn man diesen Zahlen die Tatsache gegenüberstellt, daß über die unzähligen kleinen örtlichen Elektrizitätswerke fast in jedem kleinsten Dorf Licht und Kraft zur Verfügung stehen, so erhellt daraus für die spanische Elektrizitätswirtschaft das Problem und die Aufgabe, durch eine bessere Verbundwirtschaft den nötigen Ausgleich herzustellen und durch Ausbau des Verteilungsnetzes den Verbrauch zu heben. Die Zahlentafel 2 zeigt, daß dem Absinken des Industriebedarfs in den Krisenjahren ein Zuwachs an Licht- und Hausstrom gegenübersteht. Die Möglichkeit einer sprunghaften Steigerung ist allerdings begrenzt durch die hohen Tarife, die eine Folge dezentralisierter Investitionspolitik sind, und den niedrigen Lebensstandard des Volkes, der einer größeren Verwendung elektrotechnischer Geräte und Artikel entgegensteht. Die Aufgabe wäre, die meist überkapitalisierten Werke durch eine Steigerung des Leistungsgrades und bessere Ausnutzung der Anlagen von dem hohen Kapitaldruck zu entlasten. Die Werke erwarten viel von der Elektrisierung der Haupteisenbahnstrecken des Landes, die das seit langem geplante Arbeitsbeschaffungsprogramm der Regierung vorsieht. Aber auch dieses Programm wird sich wegen der Schwierigkeit in der Aufbringung der benötigten großen Kapitalien nur allmählich verwirklichen lassen. Der Verbrauch an elektrischer Energie wächst also nicht in dem Maße wie die Erzeugungsmöglichkeiten, deshalb auch Unrentabilität und Stagnation. Die Zeiten des Baus großer Zentralen sind vorläufig vorüber. Neue hydroelektrische Werke wurden nicht geplant, die bereits im Bau begriffenen weitergeführt und zum Teil fertiggestellt. Daneben wurden vereinzelt kleinere Ausbau- und Erweiterungsarbeiten vorgenommen. Das emittierte Kapital für Elektrizitätsunternehmen betrug 1931 38,76 Mill RM, 1932 31,96 Mill[3]). Der Kapitalmangel behinderte auch die an sich so notwendige Konzentration und Gruppenbildung, die nicht in demselben Schrittmaß weitergeführt werden konnte wie in den früheren Jahren. Diese Konzentrationsbewegung wird zweifellos in Zukunft zur Stillegung zahlreicher kleinerer Werke führen müssen, da mit der Fertigstellung des Duero-Kraftwerkes und einiger anderer im Bau befindlicher ein Energieüberschuß von ¾ bis 1 Milliarde kWh vorhanden sein wird, so daß dessen Unterbringung durchgreifende Maßnahmen erfordert.

Im folgenden soll in Anlehnung an den bereits angezogenen Aufsatz ein ergänzender Überblick über die Tätigkeit der spanischen Elektrizitätsgesellschaften in den Jahren 1932 und 1933 gegeben werden. Die Übersichtskarte (Heft 3, 1933, S. 57) wird die Orientierung erleichtern (Zahlentafel 3).

Barcelona Traction, Light and Power Co.: Die installierte Maschinenleistung in kW zeigt folgende Entwicklung:

	Licht	Kraft	Sa.
1931	108 693 kW	278 511 kW	387 204 kW
1932	112 808 „	286 134 „	398 942 „
1933	119 121 „	293 445 „	412 566 „

[1]) Umrechnungskurs: 1 RM = 0,34 Peseten.
[2]) Vgl. den gleichnamigen Aufsatz desselben Verfassers in ETZ 54 (1933) S. 57.
[3]) 1 RM = 0,34 Peseten.

Zahlentafel 3. Erzeugte bzw. verteilte Strommenge einzelner Gesellschaften (1000 kWh).

	1931	1932	1933	1934
Comp. Sevillana de Electricidad . . .	119 973	122 288	123 665	—
Barcelona Traction, Light and Power Co	758 415	769 906	758 554	—
Saltos del Alberche	42 879	—	42 542	—
Hidroelectrica del Chorro*)	24 913	22 458	24 833	26 841
Comp. Barcelonesa de Electricidad . .	272 066	274 263	271 335	—
Electra del Lima, Union Electra Portuguesa	—	58 856	65 417	71 485
Sociedad General Gallega de Electricidad	—	47 454	52 236	—
Sociedad Electrica Malagueña	4 709	5 100	5 907	—
Soc. Hidroelectrica Española	—	342 587	349 228	—
Comp. An. „Mengemor"	—	—	82 952	—
Comp. General de Electricidad de Granada	—	—	21 280	—

*) per 30. Juni.

Der Lichtverbrauch stieg gegen 1931 um 11 %, der Kraftverbrauch infolge der Wirtschaftskrise nur um 5 %. 1932 wurde am Noguera Pallaresa mit dem Bau der Wasserkraftanlage Terradet begonnen, die in der ersten Hälfte dieses Jahres fertiggestellt sein soll. Vorgesehen wurden zwei Turbinensätze von je 22 800 PS. 1933 erweiterte die Barcelona Traction Light and Power Co. ihren Arbeitsbereich, indem sie über ihre Erzeugungsgesellschaft Energia Electrica de Cataluña die Hidro-Electrica del Segre SA erwarb, die im Gebiet von Lerida tätig ist, aber im Jahre 1933 nur eine Erzeugung von 1,732 Mill kWh hatte. Sie besitzt eine größere hydroelektrische Zentrale (1100 kW) in Pons am Flusse Segre und sechs kleinere Zentralen (zusammen 350 kW) entlang dem Canal de Urgel.

Die S.A. Hidraulica Moncayo erweiterte ihr Verteilungsnetz, indem sie Verbindungslinien von 69 km Länge zwischen den Fällen vom Aragón und von Keiles baute, in die von der neuerrichteten Unterzentrale Egea die in einem Abkommen mit den Electricas Reunidas in Zaragoza vereinbarte Arbeitsmenge übernommen wird. In das Licht- und Kraftnetz wurden einbezogen die Städte Falces, Peralta, Funes, Milagro, Marcilla, Villafranca und Aldenueva und das Verteilungsnetz in Tafalla erweitert. Die ausgebauten Zentralen in Fitero und Tauste wurden durch eine 36 km lange 30 kV-Leitung mit der Dampfzentrale in Tudela verbunden. Neben der Electra Murillo el Fruto, die Murillo, Carcastillo und Mélida versorgt, wurde auch die Caja Rural de San Martin de Unx erworben, deren Gebiet San Martin, Ujué, Gallipienzo, Olite aus den ihr gehörigen Fällen am Aragón und Irati beliefert wird.

Die S.A. Hidroelectrica Iberica gliederte sich die Union Electrica Vizcaïna an und liquidierte diese Gesellschaft. Ihre Beteiligungsgesellschaft Electra Agüera litt besonders unter der Krise im Bergbau; deshalb wurde mit ihr eine neue Energieaustauschregelung getroffen.

Die Electra de Viesgo S. A. setzte 1933 den Salto del Navia in Betrieb.

Die Electra de Bilbao S.A. baute die Linie Irala-Barri (13 800 V) und traf ein Abkommen mit der Comp. An. Basconia.

Sociedad General Gallega de Electricidad: Um den Einfluß in der Provinz Lugo zu erweitern und eine neue Verteilungszone zu schaffen für die notwendige Vereinigung der Verteilungssysteme der Provinzen Orense und Lugo mit dem von La Coruña, wurde die Electra de Sarria erworben. Durch diese Angliederung wird die Zusammenarbeit der Zentralen der befreundeten Fabricas Coruñesas de Gas y Electricidad in der Provinz Lugo mit den Zentralen der General Gallega in Orense-Monforte und Lugo enger gestaltet. 1932 litt die Entwicklung unter der Wirtschaftskrise, die die Bergwerke in Freijo besonders spürten, und der Einstellung der Arbeiten an der Bahnstrecke Coruña—Zamora. Das Jahr 1933 brachte eine Neuordnung der Kraftwirtschaft in diesem Teil Spaniens durch ein neues Abkommen zwischen der General Gallega, den Fabricas Coruñesas und der Electra del Viesgo über Energieaustausch und Rationalisierung der Erzeugung und Verteilung.

Electra del Lima — Union Electrica Portuguesa. Diese beiden portugiesischen Gesellschaften haben ihr Verteilungsnetz südlich von Coimbra wesentlich erweitert. Ihr Hochspannungsnetz umfaßt jetzt 800 km.

Die Saltos del Duero begannen 1932 den Bau der 260 km langen Hochspannungsleitung (138 kV) vom

Salto del Esla über Zamora, Valladolid, Burgos nach Bilbao mit einer Zwischenzentrale in Alonsotegui (Vizcaya). Stromlieferungsverträge aus dieser Leitung wurden mit der Comp. An. Basconia, den Altos Hornos de Viscaya (Metallhütten) und der Union Cerrajera de Mondragón geschlossen. Ferner wurde zur Verteilung der bereits erwähnten neuanfallenden ¾ bis 1 Mrd kWh die 138 kV-Linie Esla—Valladolid—Madrid (265 km) geplant. Die Absatzpolitik der Saltos del Duero ist charakterisiert durch eine besondere Rührigkeit im Ausbau und der Vereinheitlichung ihres Netzes:

Die Electra Popular Vallisoletana (Verteilungsgesellschaft in Valladolid) erweiterte ihr Tätigkeitsfeld auf Palencia, Toro, Medina, Venta de Banos usw. Sie stellte sich mit ihren Tochtergesellschaften Hidroelectrica de Pesqueruela und Saltos de Burguillo auf Energiebezug von Duero um. Durch den Bau einer Zentrale in Valladolid soll die Industrie dieser Gegend angeschlossen werden.

Man ist besonders bestrebt, die Netze von Avila und Salamanca zu vereinigen. Verbundwirtschaft besteht bereits mit der Sociedad Hidroelectrica Navarra, einer Produktionsgesellschaft in den Zonen Salamanca und Caceres, der Electricista Salmantina in Salamanca und der Electrica de Caceres in Caceres. Die Electra de Salamanca wurde mit der Union Salmantina zusammengeschlossen zu einer neuen Gesellschaft mit einem Kapital von 2,72 Mill RM, die einen Stromlieferungsvertrag mit Duero schloß. Zu ihrer Versorgung wird die Linie Esla—Salamanca gebaut.

Im Bezirk Avila ist die Duero zusammen mit der Saltos del Alberche und der Electra Popular Vallisoletana an der Electra Abulense interessiert, die von den genannten Gesellschaften reorganisiert wurde.

Die Electra Popular Vallisoletana hat über die Verteilung im Gebiet um Segovia zusammen mit der Saltos del Alberche ein gemeinsames Abkommen mit der Cooperativa de Segovia getroffen.

Auch in Burgos wird ein neues Verteilungsnetz gebaut von der Electra de Castañares, die Verhandlungen mit den Industriegesellschaften dieser Gegend über Strombezug aufgenommen hat.

Die Union Electra Madrileña, Hidroelectrica Española, und Saltos del Alberche sind als Großabnehmer durch Verträge gebunden.

Die Saltos del Duero hat sich auch finanziell an den Elektrisierungsarbeiten der Bahnstrecke Madrid—Avila—Villalba—Segovia beteiligt und verspricht sich dadurch einen Mehrabsatz von 40 bis 60 Mill kWh. Es ist 1933 ein Stromlieferungsvertrag zwischen der Eisenbahngesellschaft Comp. de los Caminos de Hierro del Norte de España und folgenden Elektrizitätsgesellschaften zustande gekommen: Saltos del Duero, Saltos del Alberche, Hidroelectrica Española, Union Electrica Madrileña.

Saltos del Alberche schloß 1932 ein Abkommen mit der Union Electrica Madrileña und der Hidroelectrica Española. Sie arbeitet eng mit der Saltos del Duero zusammen, bei der sie ausführlich erwähnt ist.

Hidroelectrica Española baute 1932 die 32 km Leitung (30 kV) von Alcira über Tabernes nach Gandia und plante etwa 80 km lange Luft- und Erdkabel-Hochspannungslinien zur Verbindung der hauptsächlichsten Ortschaften der Provinz Castellon. Sie schloß 1933 ein Abkommen mit der Riegos de Levante zur Versorgung der Provinzen Alicante und Murcia. Ihre Verteilungsgesellschaft Union Electrica de Cartagena plant neue Linien in der Zone Mar Menor (Pacheco—Les Alcazares—Dolores—Roda) und in der Sierra.

Comp. An. „Mengemor", die 1933 78 % der von ihr verteilten Strommenge den Zentralen der Canalizacion y Fuerzas del Quadalquivir entnahm, setzte den Salto de El Carpio in Betrieb, verband ihre Tochtergesellschaft Comp. General de Electricidad de Granada (1933: 21,280 Mill kWh) durch eine 108 km lange 70 kV-Leitung mit den Zentralen am Quadalquivir und verbesserte ihr Verteilungsnetz in den Zonen von Posadas, Palma del Rio, Almodovar und Hornachuelos. Ihr Stromabsatz hatte stark unter den Folgen der industriellen Wirtschaftskrise zu leiden. Während die Kraftversorgung der Minas de la Reunión gegen 1932 um 7 % zunahm, sank der Strombezug der Metallhütten in der Zone Linares - La Carolina um rd. 6 %.

Sociedad Hidroelectrica del Chorro übernahm im März 1933 die Belieferung der Electrica de Vélez Málaga mit einer durchschnittlichen jährlichen Verbrauchsmenge von 1,3 Mill kWh. Die Chorro hat sich in ihrem Fremdstrombezug umgestellt von der Canalizacion del Quadalquivir, die 1931/32 noch den gesamten Zusatzstrom in Höhe von 33 % der Gesamtmenge der Chorro lieferte, auf die Comp. Sevillana de Electricidad, die über ihre Tochtergesellschaft S.A. Taillefer im folgenden Jahre fast den gesamten Zusatzbedarf von 20 % der Gesamtstrommenge der Chorro bestritt. In Erfüllung des Abkommens mit der S.A. Taillefer wurde eine 30 km Verbindungslinie von dem Salto de Las Millanas (Taillefer) zur Zentrale der Chorro gebaut.

Comp. Sevillana de Electricidad hat den Stand von 1930 noch nicht wieder erreicht. Ihre Stromerzeugung betrug

1929	124,506 Mill kWh
1930	128,141 „ „
1931	119,973 „ „
1932	122,288 „ „
1933	123,665 „ „ .

Sie ist eifrig bestrebt, ihr Verteilungsnetz besonders im Norden und Süden zu erweitern. Im Norden wurde durch die 15 kV-Linien Badajoz—Lobon (am Quadiana), Lobon—Almendralejo und die Verbindungslinie Almendralejo—Villafranca, die über Torremejias bis in das Verteilungsnetz von Villagonzalo heraufreicht, das Netz der Tochtergesellschaft Hidroelectrica de Badajoz an das Netz der Sevillana angeschlossen und ihr Betrieb vollständig übernommen, die „Emeritense" 1933 liquidiert. Die 1933 erbaute 26 km lange 15 kV-Linie Almendralejo—Merida erschließt das nördlichste Gebiet. In dem Kupferbezirk Huelva führt die neue 38 km lange 15 kV-Linie von der Zentrale Calañas nach Puebla de Guzman und Alosno, also direkt in das Bergwerksgebiet von Herrerias, sie schneidet dabei die Bergwerke von Tharsis der gleichnamigen Bergwerksgesellschaft. 1933 erwarb die Sevillana im Süden ihres Versorgungsbezirks die S.A. Taillefer in der Stadt Ronda (Malaga) und die Sociedad Rondeña de Electricidad, die bei Ronda am Quadelcacin eine kleine Wasserkraftzentrale besitzt. Zur Verbindung des Netzes der Rondeña mit dem Netz der Sevillana wurde die Leitung Las Buitreas nach Montejaque verlängert und die Rondeña liquidiert. Zur Abrundung ihres Einflusses und zur besseren Ausnutzung des „Campo de Gibraltar" erwarb sie die Hidroelectrica de San José S. A. in Algeciras.

Die Cooperativa Electra Madrid, die bekanntlich von der Hidroelektrica Española kontrolliert wird und ihr Arbeitsgebiet nördlich und nordwestlich Madrid hat, erwarb 1932 das Recht zur ausschließlichen Belieferung der Zone von Gran Via, sie regte als erste und am meisten interessierte Gesellschaft 1933 ein Zusammenarbeitsabkommen zwecks Abnahme der von der Saltos del Duero im Jahre 1935 erzeugten Zusatzstrommenge von fast einer Milliarde kWh zwischen folgenden Gesellschaften an: Saltos del Duero als Hauptproduktionsgesellschaft, Union Electra Madrileña, Electra de Castilla, Saltos del Alberche, Hidroelectrica Española, Electra del Viesgo, Hidroelectra Iberica. Die Gegend um Madrid bietet noch bedeutende Absatzmöglichkeiten, da sie selbst keine größeren Kraftquellen besitzt und auf den Bezug der weitab erzeugten Strommengen angewiesen ist.

Zusammenfassung.

Die Entwicklung der spanischen Elektrizitätsgesellschaften und ihre Betätigung in den letzten Jahren zeigt, daß ihre Hauptaufgabe in der Hebung des Absatzes und in einem weiteren Ausbau des Verteilungsnetzes besteht. Die Verbundwirtschaft der großen Gesellschaften Zentralspaniens hat deshalb unter dem Druck einer gewissen Ueberproduktion weitere Fortschritte gemacht. Man geht jetzt daran, neben einer weiteren Intensivierung des eigenbezirklichen Netzes durch Hochspannungslinien über weite Strecken das Absatzgebiet erheblich zu erweitern und zu einem wirklichen Kräfteausgleich der einzelnen Erzeugungsgebiete zu kommen. Das ist besonders wichtig für die Erschließung der inneren Hochflächen des Landes und die vorwiegend landwirtschaftlich orientierten Gebiete, da hier größere Kraftquellen nicht zur Verfügung stehen.

Die Fertigstellung der noch im Bau befindlichen Wasserkraftwerke wird das Streben nach Verbrauchsausweitung durch Ausbau eines ausgedehnten Verteilungsnetzes noch verstärken, da es mit der von Natur gegebenen Zentralisierung der Erzeugung bei dieser Art der Kraftgewinnung unbedingt zusammenhängt. Die Verteilungsfrage und die Hebung des Stromverbrauchs durch vermehrte Verwendung von elektrischen Geräten ist deshalb für die nächste Zukunft vordringlicher als die Erstellung von Erzeugungsanlagen.

Energiewirtschaft.

621. 311. 1. 003 (43) **Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland**[1]. — Die Erzeugung ist im September 1935 gegen den Vormonat um 16,1 (1 %) bzw. arbeitstäglich 5,3 Mill kWh (9 %) und, verglichen mit dem Parallelmonat des Vorjahrs, um 192,7 bzw. 7,7 Mill kWh (beidemal 14 %) gewachsen. Nach den Angaben des Statistischen Reichsamts haben die erfaßten 122 Elektrizitätswerke in den ersten drei Vierteljahren mit 14 Mrd kWh die Erzeugung während des gleichen Zeitabschnitts 1934 um 16 % und die des bisherigen Höchstjahrs 1929 um 13 % übertroffen. Der gewerbliche Verbrauch (103 Werke) war im August um 18,6 (3 %) bzw. 0,6 Mill kWh größer als im Juli und um 77,4 bzw. 2,8 Mill kWh (beidemal 14 %) stärker als im entsprechenden Monat von 1934. *fm.*

Monat	von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch insgesamt Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch kWh/kW Anschlußwert	
	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934	1935	1934
I.	1697,8	1425,2	65,3	55,8	592,5	501,0	22,8	19,3	4,54	3,97
II.	1476,7	1285,3	61,5	53,6	550,1	474,4	22,9	19,8	4,56	4,09
III.	1534,4	1337,1	59,0	51,4	579,6	509,4	22,3	19,6	4,41	4,04
IV.	1433,2	1249,4	59,7	52,1	567,2	498,7	23,6	20,8	4,64	4,27
V.	1481,7	1211,8	59,3	50,5	595,4	508,8	23,8	21,2	4,68	4,32
VI.	1386,0	1244,5	57,7	47,9	565,7	538,0	23,6	20,7	4,62	4,20
VII.	1519,0	1307,3	56,3	50,3	611,7	536,0	22,7	20,6	4,42	4,21
VIII.	1586,8	1399,0	58,8	51,8	630,3	552,9	23,3	20,5	4,56	4,18
IX.	1602,9	1410,2	64,1	56,4	.	549,3	.	22,0	.	4,45

[1] Vgl. ETZ 55 (1934) S. 1133; 56 (1935) H. 43, S. 1183.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

382. 5/6 : 621. 3 **Deutscher Elektroaußenhandel Januar/September 1935.** — Die deutsche Elektroausfuhr betrug in den ersten neun Monaten 1935 166,9 Mill RM und hat damit den im gleichen Zeitraum des Vorjahres erreichten Ausfuhrwert um 4 % überschritten; die Ausfuhrmenge dürfte um rund 14 % gestiegen sein.

Zahlentafel 1 zeigt die Ergebnisse für die einzelnen Warengruppen. Hauptträger der Zunahme sind wieder die Gruppen Telegraphie und Telephonie mit Draht, die Sammelpositionen der Schaltapparate und sonstigen nicht besonders benannten Vorrichtungen, Elektromedizin, Maschinen, Meß- und Zählvorrichtungen, isolierter Draht und Kabel, deren Ausfuhr zusammen um über 10 Mill RM höher als im Vorjahr lag. Dahingegen haben von den wichtigeren Gruppen die Licht- und Lichtzündmaschinen, Zündapparate und Automobilzubehör, Maschinenteile, Drahtlose Telegraphie und Telephonie, Kohle, Staubsauger, Koch- und Heizapparate, Röntgenröhren das Ausfuhrergebnis des Vorjahrs nicht erreicht.

Zahlentafel 2 zeigt die Ausfuhr nach Ländern. Die günstige Entwicklung nach Übersee hat sich fortgesetzt, gegen-

Zahlentafel 1. Deutscher Elektro-Außenhandel nach Warengruppen.

Pos.	Gegenstand	Ausfuhr Januar—September			Anteil an der Gesamt-Elektro-Ausfuhr Jan.—Sept.			Einfuhr Januar—September			Anteil an der Gesamt-Elektro-Einfuhr Jan.—Sept.		
		1933 1000 RM	1934 1000 RM	1935 1000 RM	1933 %	1934 %	1935 %	1933 1000 RM	1934 1000 RM	1935 1000 RM	1933 %	1934 %	1935 %
907 a	Lichtmaschinen, Lichtzündmasch. usw.	2 896	3 411	2 054	1,6	2,1	1,2	114	48	40	0,6	0,2	0,2
b—g	Elektr. Maschinen	20 769	16 093	17 642	11,6	10,0	10,6	3 700	2 748	1 425	20,5	14,2	8,8
h	Anker, Kollektoren[1]	2 435	1 854	1 760	1,4	1,2	1,1	58	62	112	0,3	0,3	0,7
	zusammen Maschinen	*26 100*	*21 358*	*21 456*	*14,6*	*13,3*	*12,9*	*3 872*	*2 858*	*1 577*	*21,4*	*14,7*	*9,7*
908 a, b	Akkumulatoren	2 516	1 741	1 979	1,4	1,1	1,2	163	188	153	0,9	0,9	0,9
909	Kabel	8 314	8 531	8 698	4,7	5,3	5,2	280	649	662	1,6	3,3	4,1
890 a	Isolierter Draht für die Elektrotechnik	6 625	6 974	8 363	3,7	4,3	5,0	327	669	192	1,8	3,5	1,2
	zusammen Kabel u. Draht	*14 939*	*15 505*	*17 061*	*8,4*	*9,6*	*10,2*	*607*	*1 318*	*854*	*3,4*	*6,8*	*5,3*
910 a—c	Bogenlampen, Scheinwerfer usw.	883	802	790	0,5	0,5	0,5	115	180	75	0,6	0,9	0,5
911 a, b	Glühlampen	7 855	6 606	6 707	4,4	4,1	4,0	2 415	2 926	2 837	13,3	15,1	17,5
912 A 1, 2	Telegraphie und Telephonie mit Draht	10 209	8 372	11 324	5,7	5,2	6,8	518	375	326	2,9	1,9	2,0
A 3	Drahtlose Telegraphie und Telephonie	18 512	17 105	16 510	10,4	10,7	9,9	4 573	5 472	5 190	25,4	28,2	32,0
A 4	Meß-, Zähl- u. Registriervorrichtungen	15 408	13 182	14 100	8,6	8,2	8,4	1 075	1 140	719	5,9	5,9	4,4
B, C	Koch- u. Heizapparate einschl. Bügeleisen	5 295	5 064	5 013	3,0	3,2	3,0	265	214	143	1,5	1,1	0,9
D	Röntgenröhren	2 196	2 538	2 153	1,2	1,6	1,3	282	285	168	1,5	1,5	1,0
E	Magnetzündapparate usw., Zubehör für Motorfahrzeuge	8 352	7 590	7 118	4,7	4,7	4,3	545	408	322	3,0	2,1	2,0
F 1	Sicherungs- u. Signalapparate, Läutewerke	3 015	2 679	2 776	1,7	1,7	1,7	69	128	63	0,4	0,7	0,4
F 2	Schaltapparate, nicht bes. benannte Vorrichtungen f. Beleuchtung, Kraftübertragung usw.	40 178	36 228	38 184	22,5	22,6	22,9	2 400	2 457	2 687	13,3	12,6	16,6
F 3	Elektromedizin	6 755	6 375	8 115	3,8	4,0	4,8	520	521	390	2,9	2,7	2,4
F 4	Galvanische Elemente	1 682	1 208	1 278	0,9	0,7	0,8	6	17	8	0,0	0,1	0,0
F 5	Isolationsgegenstände aus Porzellan[2]	.	.	.	.	.	.	2	19	4	0,0	0,1	0,0
F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Glimmer usw.	239	257	181	0,1	0,2	0,1	—	1	1	—	0,0	0,0
F 7	Isolierröhren f. el. Leitungen aus Papier oder Pappe in Verb. m. unedlem Metall (Bergmannrohr)[3]	684	769	953	0,4	0,5	0,6	.	.	.	.	.	.
648 a—e	Kohle für die Elektrotechnik	7 861	7 691	6 476	4,4	4,8	3,9	331	398	237	1,8	2,1	1,5
733 a	Porzellanisolatoren	1 422	1 442	1 316	0,8	0,9	0,8	—	—	—	—	—	—
906 D 15	Staubsauger	2 824	2 575	1 758	1,6	1,6	1,0	307	424	433	1,7	2,2	2,7
915 b 4	Elektrokarren[3]	189	43	88	0,1	0,0	0,0	.	.	.	.	.	.
795 a, b 799 f	Anderes Isolierrohr (Stahl-, Peschel-, Schlitzrohr[3])	1 524	1 326	1 581	0,8	0,8	0,9	.	.	.	.	.	.
783 c, 799 c	Teile von Masch. u. Erzeugn. d. Nr. 907a bis 911b aus schmiedbarem u. nicht schmiedbarem Guß[2]	.	.	.	.	.	.	11	72	26	0,1	0,4	0,2
	Unvollständig angemeldet	32	18	20	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—
	insgesamt	**178 670**	**160 474**	**166 937**	**100**	**100**	**100**	**18 076**	**19 401**	**16 213**	**100**	**100**	**100**

[1] Ausfuhr: auch andere Teile. — [2] Nur für die Einfuhr. — [3] Nur für die Ausfuhr.

Zahlentafel 2. Deutsche Elektro-Ausfuhr nach Ländern.

Absatzländer	Januar—September			Anteil a. d. Ges.-El.-Ausfuhr Januar—September		
	1933	1934	1935	1933	1934	1935
	1000RM	1000RM	1000RM	%	%	%
Europa	144 418	129 507	128 177	81,0	80,8	76,8
Afrika	3 749	3 234	4 686	2,1	2,0	2,8
Asien	13 091	12 222	16 198	7,3	7,6	9,7
Nord- und Mittelamerika	3 477	2 181	3 304	1,9	1,3	2,0
Südamerika	13 168	12 635	13 536	7,3	7,9	8,1
Australien	748	675	1 019	0,4	0,4	0,6
Nicht ermittelt	19	20	17	0,0	0,0	0,0
Insgesamt	**178 670**	**160 474**	**166 937**	**100**	**100**	**100**
Wichtige Länder in Europa[1])						
Niederlande	22 319	21 830	20 057	12,5	13,6	12,0
Schweden	10 217	11 124	13 771	5,7	6,9	8,2
Italien	10 451	11 886	11 721	5,9	7,4	7,0
Frankreich	16 330	12 793	9 851	9,1	8,0	5,9
Großbritannien	8 551	7 832	8 432	4,8	4,9	5,1
Belgien-Luxemburg	9 720	8 712	7 913	5,4	5,4	4,8
Schweiz	9 970	8 494	7 128	5,6	5,3	4,3
Norwegen	4 330	4 473	5 542	2,4	2,8	3,3
Spanien	4 955	4 780	5 378	2,8	3,0	3,2
Österreich	3 618	3 527	4 425	2,0	2,2	2,7
Dänemark	4 121	4 680	4 307	2,3	2,9	2,6
Tschechoslowakei	4 532	4 288	4 069	2,5	2,7	2,4
Finnland	2 596	2 653	3 564	1,5	1,6	2,1
Polen-Danzig	2 780	2 372	3 143	1,6	1,5	1,9
Griechenland	1 045	1 585	2 742	0,6	1,0	1,7
Rumänien	2 016	1 849	2 563	1,1	1,2	1,5
Bulgarien	614	663	2 531	0,3	0,4	1,5
Portugal	1 515	1 663	1 910	0,9	1,0	1,1
Irischer Freistaat	1 214	1 438	1 733	0,7	0,9	1,0
Jugoslawien	1 687	1 069	1 582	0,9	0,7	0,9
UdSSR.	15 600	5 092	1 455	8,8	3,2	0,9
Ungarn	853	850	1 318	0,5	0,5	0,8
Lettland	721	783	1 012	0,4	0,5	0,6
Estland	497	407	605	0,3	0,3	0,4
Litauen	695	580	358	0,4	0,4	0,2
Island	159	166	248	0,1	0,1	0,2
Sonstige Länder	122	107	162	0,1	0,1	0,1
Saargebiet[2])	3 190	3 811	657	1,8	2,3	0,4
Zus. Europa	**144 418**	**129 507**	**128 177**	**81,0**	**80,8**	**76,8**
Wichtige Länder in Übersee[1])						
Argentinien	7 189	7 376	5 874	4,0	4,6	3,5
Brasilien	1 678	2 349	3 891	0,9	1,5	2,3
China	2 816	2 755	3 793	1,6	1,7	2,3
Brit.-Indien	2 355	2 812	3 610	1,3	1,7	2,2
Türkei	1 893	2 078	2 518	1,1	1,3	1,5
Japan	2 742	1 609	2 413	1,5	1,0	1,4
Brit.-Südafrika	1 566	1 466	2 087	0,9	0,9	1,3
Ndl.-Indien	1 681	1 385	1 653	0,9	0,8	1,0
Ägypten	1 030	928	1 611	0,6	0,6	0,9
Chile	435	408	1 441	0,2	0,2	0,9
Mexiko	851	666	1 340	0,5	0,4	0,8
V. S. Amerika	1 498	1 114	1 280	0,8	0,7	0,8
Uruguay	2 790	1 637	1 004	1,6	1,0	0,6
Austral. Bund	624	605	938	0,3	0,4	0,6
Palästina	552	625	774	0,3	0,4	0,5
Persien	393	439	665	0,2	0,3	0,4
Columbien	481	392	499	0,3	0,2	0,3
Peru	154	208	460	0,1	0,1	0,3
Franz.-Marokko	318	269	286	0,2	0,2	0,2
Venezuela	242	196	206	0,1	0,1	0,1
Syrien-Libanon	[3]) .	109	202	.	0,1	0,1
Canada	213	85	185	0,1	0,1	0,1
Kanar. Inseln	158	122	154	0,1	0,1	0,1
Guatemala	83	43	126	0,0	0,0	0,1
Siam	111	83	110	0,1	0,1	0,0
Sonstige Länder	2 399	1 208	1 640	1,3	0,7	0,9
Zus. Übersee	**34 252**	**30 967**	**38 760**	**19,0**	**19,2**	**23,2**

[1]) Geordnet nach der Größe der Ausfuhr Jan.—Sept. 1935.
[2]) Bis März 1935.
[3]) Vor 1934 in „Sonstige Länder" enthalten.

über dem gleichen Zeitraum des Vorjahrs hat Übersee 25 % mehr aufgenommen, und zwar sind außer Argentinien und Uruguay sämtliche Länder an der Mehraufnahme beteiligt. Insgesamt nahm Übersee Januar/September 1935 23,2 % der deutschen Elektroausfuhr auf gegenüber rund 19 % in den gleichen Zeiträumen 1934 und 1933. Dementsprechend ist der Anteil Europas an der deutschen Elektroausfuhr von rd. 81 % in den beiden Vorjahren auf 76,8 % Januar/September 1935 zurückgegangen. Insgesamt hat Europa Januar/September 1935 1 % weniger — bei Ausschaltung der UdSSR 1,8 % mehr — als im Vorjahr aufgenommen. Diese ungünstigere Entwicklung ist hauptsächlich auf den Rückgang nach Westeuropa (Niederlande, Frankreich, Belgien-Luxemburg, Schweiz, Italien) zurückzuführen. Außer nach diesen Gebieten ist eine Einbuße nur noch nach der UdSSR, Litauen, Tschechoslowakei, Dänemark zu verzeichnen, während die Ausfuhr nach den übrigen Ländern gestiegen ist.

Die Einfuhr (Zahlentafel 1 und 3) betrug 16,2 Millionen Reichsmark und liegt damit um 16 % unter dem entsprechenden Vorjahrswert. Die stärksten Rückgänge liegen bei Maschinen, drahtloser Telegraphie und Telephonie, Meß- und Zählvorrichtungen. Wichtigste Bezugsländer waren die Niederlande, Ungarn, Schweiz, Österreich und die V. S. Amerika, die zusammen über 70 % der deutschen Elektroeinfuhr lieferten, wobei der Anteil von Österreich und Ungarn, die als einzige ihre Lieferungen nach Deutschland gesteigert haben, von 17 auf 23 % gestiegen ist.

Zahlentafel 3. Deutsche Elektro-Einfuhr nach Ländern.

Herkunftsländer[1])	Januar—September			Anteil a. d. Ges.-El.-Einfuhr Januar—September		
	1933	1934	1935	1933	1934	1935
	1000RM	1000RM	1000RM	%	%	%
Niederlande	4 249	5 585	5 349	23,5	28,8	33,0
Ungarn	1 598	2 108	2 259	8,8	10,9	13,9
Schweiz	3 299	1 936	1 524	18,3	10,0	9,4
Österreich	1 120	1 279	1 487	6,2	6,6	9,2
V. S. Amerika	1 474	1 424	929	8,1	7,3	5,7
Belgien-Luxemburg	615	1 063	757	3,4	5,5	4,7
Frankreich	674	657	563	3,7	3,4	3,5
Dänemark	464	549	522	2,6	2,8	3,2
Großbritannien	717	736	496	4,0	3,8	3,1
Tschechoslowakei	1 206	1 000	470	6,7	5,2	2,9
Schweden	448	554	398	2,5	2,8	2,5
Saargebiet	666	1 371	[2]) 380	3,7	7,0	2,3
Italien	380	331	289	2,1	1,7	1,8
Norwegen	185	186	199	1,0	1,0	1,2
Sonstige	981	622	591	5,4	3,2	3,6
Insgesamt	**18 076**	**19 401**	**16 213**	**100**	**100**	**100**

[1]) Geordnet nach der Größe der Einfuhr Jan.—Sept. 1935.
[2]) Bis März 1935.

GESCHÄFTLICHE NACHRICHTEN.

Verschmelzung von Seekabelfabriken in England. Die Seekabelabteilungen der Telegraph Construction and Maintenance Co. und der Gesellschaft Siemens Brothers & Co. sind mit Wirkung vom 1. Oktober ab zu einem Unternehmen verschmolzen worden. Als Grund wird angegeben, daß die Zukunft der Fabrikation von Seekabeln mit plastischer Isolierung (Guttapercha u. ä.) nur durch Rationalisierung dieser Industrie gesichert werden könne. Das neue Unternehmen führt die Firma „Submarine Cables Ltd."; das voll eingezahlte Aktienkapital beträgt 220 000 £ und gehört zu gleichen Teilen den beiden Gründungsgesellschaften. Die Fabrikation soll in dem Seekabelwerk der Telegr. Constr. and Maint. Co. in Ost Greenwich fortgeführt werden. Das Werk wird künftig das einzige seiner Art (für Kabel mit plastischer, wasserbeständiger Isolierung) im Britischen Reich sein. Siemens Brothers werden jedoch für Meeresteile mit geringer Seetiefe auch in Zukunft Seebleikabel bauen, z. B. Fernsprechseekabel für den Kanal, die Irische See, die Nordsee. [Electr. Rev. 117 (1935) S. 445.] *Bm.*

Aus der Geschäftswelt. — Durch Beschluß der Generalversammlung hat sich die Überlandzentrale Pommern AG., Stettin, in der Weise umgewandelt, daß ihr Vermögen und ihre Verbindlichkeiten auf den Hauptgesellschafter „Märkisches Elektricitätswerk AG. (Landesversorgung von Brandenburg, Pommern, Mecklenburg und Grenzmark Posen-Westpreußen)" ETZ 55 (1934), S, 535, ETZ 56 (1935), S. 880, in Berlin, übertragen worden sind. Die Firma der Gesellschaft ist erloschen.

In das Handelsregister wurde eingetragen: Rundfunk-Handelsgesellschaft m. b. H., Dresden (21 000 RM): Großhandel in Rundfunkgeräten und sonstigen Erzeugnissen der Hochfrequenztechnik.

Jubiläen. — Ende Oktober konnte das Kartell der Vereinigten Hochspannungs-Isolatoren-Werke, Berlin W 35, auf sein 25jähriges Bestehen zurückblicken. Während dieser 25 Jahre ist eine ununterbrochene Marktordnung erfolgreich durchgeführt worden. — Am 16. 11. 1935 beging die Firma Dr. Th. Horn, Leipzig-W 34, die Feier ihres 50jährigen Bestehens. Das 1885 gegründete Unternehmen befaßte sich von Anfang an mit der Herstellung von Drehzahlmessern jeder Art sowie elektrischen Meßinstrumenten und nahm später noch den Bau von Kleinelektromotoren auf. — Am 1. 10. 1935 konnte die Mitteldeutsche Gesellschaft für elektrotechnischen Bedarf Bader & Co., Halle (Saale), auf ein 25jähriges Bestehen zurückblicken. Sie entwickelte sich aus einem 10 Jahre früher gegründeten Betrieb.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.
(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur ordentlichen Vereinsversammlung am Dienstag, dem 26. November 1935, 20 Uhr, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, EB Hörsaal 301.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. Trachmann über das Thema: „Leistungsmessung aus Drehmoment und Drehzahl, eine vergleichende Untersuchung".

Inhaltsangabe:

Fortschritte in der Durchbildung oder Fertigung von Maschinen zeigen sich an einer Verbesserung in der Beherrschung der Verluste. Nachweis erfolgt auf dem Bremsstand unter künstlicher Schaffung der Betriebsverhältnisse durch Leistungsmessung aus Drehmoment und Drehzahl.

In vergleichender Gegenüberstellung werden die Meßverfahren auf ihre praktische Verwendbarkeit untersucht.

Drehmomentmeßgeräte sind unter anderem: Torsions- und Federdynamometer, Meßschlangen, Druckdosen, Waagen der verschiedensten Art.

Die wichtigsten mechanischen Bremsmittel sind: Bremszaum, Wasserbremse, Windflügel, Luftschraube.

Elektrische Bremsen sind: Die Wirbelstrombremse und die elektrische Maschine in Ausführung mit festem und Pendelgehäuse.

Die besonderen Vorzüge der elektrischen Maschinen: gute Regelbarkeit, verwendbar als Motor und Generator und vor allem die Möglichkeit einer nutzbringenden Verwertung der Bremsleistung machen sie besonders geeignet.

In einer Reihe von Lichtbildern wird Anwendung und Aufbau der Bremsmittel gezeigt.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten sind in der Geschäftsstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle erhältlich.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.
Nachsitzung im Restaurant „Schultheiß am Knie" in Berlin-Charlottenburg.

Elektrotechnischer Verein e. V.
In Vertretung:
Matthias.

Besichtigung.

Am Mittwoch, dem 27. November 1935, 14 h, findet eine **Besichtigung der Rundfunkgerätefabrikation bei der AEG, Apparatefabrik Treptow,** in Berlin SO 36, Hoffmannstraße 15/23 statt (nahe Ringbahnhof Treptow).

Treffpunkt: Sitzungszimmer der AEG, Treptow, Hoffmannstr. 15/23.

Die Zahl der Besucher ist auf 40 beschränkt. Aus diesem Grunde werden für die Teilnehmer besondere Karten ausgegeben, die in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins (Charlottenburg, Bismarckstr. 33 II) kostenlos erhältlich sind.

Pünktliches Erscheinen geboten.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff.

Jungingenieur-Abend des VDE Gau Berlin-Brandenburg.

Ein heißer Wunsch der Elektrojungingenieure ging am 5. November 1935 in Erfüllung, als sie einer vom VDE Gau Berlin-Brandenburg ergangenen Einladung zu einem Jungingenieur-Abend des VDE Folge leisteten. Im Kaisersaal des Landwehrkasino am Bahnhof Zoo fand sich eine stattliche Zahl von mehr als 300 junger und älterer Fachgenossen ein, um an diesem „ersten Jungingenieur-Abend" des VDE teilzunehmen, auf dem auch die bisher im VDI organisierten Jungingenieure zum VDE übergeleitet wurden.

Der Vorsitzende des Gaues Berlin-Brandenburg des VDE, Herr Prof. Matthias, eröffnete den Abend und hieß in sehr herzlichen Worten die Elektrojungingenieure beim VDE willkommen. Er stellte an den Anfang seiner Ausführungen die Erinnerung an einen Mann, der gerade der heutigen Jugend ein Vorbild sein soll: den vor einem Jahre im Alter von 77 Jahren verstorbenen Präsidenten des Telegraphentechnischen Reichsamtes, Herrn Geheimrat Strecker. Dieser Mann, der sich schon sehr früh im Elektrotechnischen Verein für Gemeinschaftsarbeit eingesetzt habe, habe auch den Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen geschaffen, der gerade der wissenschaftlichen Ausbildung der Jugend so außerordentliche Erleichterungen gebracht habe. Seiner Anregung folgend seien auch die Diskussionsabende für jüngere Fachgenossen eingerichtet worden, die in den letzten Jahren stark Zuspruch gefunden hätten. Aber das Jungingenieurwesen von heute sei nicht ganz dasselbe. Zweierlei haben den früheren Diskussionsabenden gefehlt: einmal die Lebhaftigkeit und Häufigkeit dieser Veranstaltungen und zum anderen die bewußte Mitarbeit der jungen Ingenieure innerhalb dieser Organisation, die — weil zu sehr an den Vortragsausschuß gekettet — keine eigene Organisation der Jugend war. Sodann besaß sie nicht in vollem Maße den kameradschaftlichen Zusammenhalt und den kameradschaftlichen Geist. Inzwischen wurde, wie Herr Prof. Matthias weiter ausführte, im VDI unter der außerordentlich rührigen Leitung von Herrn Dr. Föhl ein Jungingenieurwesen aufgezogen, das dem neuen Geist der Gemeinschaft und Kameradschaft mehr entsprach. Es entstanden die verschiedensten Fachgruppen, so auch elektrotechnische Arbeitskreise. Wenn man vielleicht auch manchmal gesagt habe, es sei Sache des VDE, die Elektrotechnik zu pflegen, so hätte im Grunde genommen doch Freude darüber geherrscht, daß nach dieser Richtung etwas geschehen sei. Die Organisation, die jetzt beim VDE eingerichtet worden sei, besitze einen Jungingenieurausschuß, der sich aus den Leitern der Arbeitsgemeinschaften zusammensetzt, und dessen Leitung Pg. Krauss übernimmt. Der Leiter dieses Jungingenieurausschusses sei zugleich Mitglied des Ausschusses für das Hauptvortragswesen im VDE, Gau Berlin-Brandenburg. Das Jungingenieurwesen sei fachlich unterteilt in einzelne Arbeitsgemeinschaften, wobei möglichst eine Übereinstimmung mit den Fachgruppen des Hauptvortragswesens erzielt werde. Infolgedessen stehen die Leiter der Jungingenieurarbeitsgemeinschaften in engster Fühlung mit den Leitern der entsprechenden Fachgruppen für das Vortragswesen. Dabei sei aber keineswegs beabsichtigt, enge Mauern zwischen den einzelnen Fachgebieten zu errichten. Die Arbeitsgemeinschaften werden vielmehr im engsten Kontakt miteinander arbeiten. Auch werden Abende veranstaltet, an denen alle Arbeitsgemeinschaften zusammen teilnehmen. Es sei auch keineswegs daran gedacht, Grenzmauern zwischen dem VDE und anderen Vereinen zu errichten. Sondern die einzelnen Arbeitsgemeinschaften des VDE sollen in Zusammenarbeit mit den Arbeitskreisen der anderen technisch-wissenschaftlichen Vereine stehen. Herr Prof. Matthias gab seiner Freude Ausdruck, daß die jungen Ingenieure, die im VDI mitgewirkt haben, nun auch im VDE mitarbeiten wollen. Er schloß seine mit lebhaftem Beifall aufgenommenen Ausführungen mit einem Worte, das Herr Geheimrat Strecker gesagt hat, als ihm im Jahre 1921 der Elektrotechnische Verein als Dank für seine Gemeinschaftsarbeit die Siemens-Stephan-Gedenkplatte überreichte: „Es ist unbedingt eine Pflicht, für die Allgemein-



heit zu wirken. Wohin soll unser Volk kommen, wenn jeder nur für sich arbeitet!“

Anschließend erteilte Prof. Matthias das Wort Herrn Dr.-Ing. Föhl, der seiner Ansprache folgende Gedanken zugrunde legte: Den Jungingenieuren sei es vollkommen gleichgültig, in welcher Form ihre Bewegung den anderen dargestellt wird. Sie müßten nur darauf Wert legen, daß das, was sie wollen, nicht vor den Augen der eigenen Mitarbeiter bagatellisiert wird. Die heutige Jungingenieurbewegung sei nichts anderes als das Gestalten des Miterlebens unserer Zeit, des Erlebens des Gemeinschaftsgedankens, den wir seit zwei Jahren überall auf allen Gebieten des technischen, wirtschaftlichen und politischen Lebens antreffen. Wenn sich die Jungingenieure plötzlich zusammengefunden hätten, um dem Drange, sich weiterzubilden und sich irgendwie einzuschalten, nachzugeben, und wenn dieser Drang, zu lernen und zu leisten, in einer ganz eigenartigen Organisation von Arbeitskreisen seinen Ausdruck gefunden habe, so sei das nichts Zufälliges, sondern ein Organismus, der aus dem Miterleben unserer Zeit gewachsen sei. Zufall sei es jedoch, daß diese Organisation aus dem VDI hervorgegangen sei; sie hätte auch genau so aus einem anderen Verein hervorgehen können. Was die Jungingenieure geschaffen haben, habe nichts zu tun mit dem VDI oder VDE oder VD-sonst-etwas, sondern das sei eine Gemeinschaftsarbeit aller deutschen Jungingenieure, und dieses Gemeinsame solle im Vordergrund aller Arbeit stehen. Dabei dürfe nicht vergessen werden, daß die fachliche Ausbildung Hand in Hand gehen müsse mit der weltanschaulichen Schulung der Partei.

Dieser mit Begeisterung aufgenommenen Rede folgte ein Fachvortrag des Herrn Dipl.-Ing. August über „Fernwirkanlagen“; der Vortrag in seinem klaren Aufbau fand lebhafte Anerkennung. Herr Prof. Matthias dankte dem Vortragenden für seine Ausführungen und erteilte das Wort dem Obmann der Jungingenieure im VDE, Krauss. Pg. Krauss leitete zunächst die Aussprache zu dem Vortrag, nach deren Beendigung er den Aufbau und die Arbeit der einzelnen Arbeitsgemeinschaften schilderte. Die Arbeitsgemeinschaften sollen normalerweise vierzehntägig ihre Sitzungen abhalten, für deren Durchführung die Räume des Landwehrkasinos am Zoo zur Verfügung stehen. Die Aufgabenstellung soll aus den Arbeitsgemeinschaften selbst heraus erfolgen, wobei sich bei Überschneidung der Interessen mehrere Arbeitsgemeinschaften für bestimmte Themen zusammenfinden können. Es sind auch etwa alle fünf Wochen Gemeinschaftsabende geplant, deren Themen irgendein alle Arbeitsgemeinschaften interessierendes Problem behandeln sollen. Die AG-Leiter finden sich in gewissen Zeitabständen in dem Ausschuß für Jungingenieure zusammen, wo Erfahrungen ausgetauscht und Richtlinien für die weitere Zusammenarbeit gemeinsam ausgearbeitet werden. Eine weitere wichtige Aufgabe sei neben der wissenschaftlichen Arbeit die Pflege der Kameradschaft, was gerade in diesen kleinen Kreisen so schön möglich sei. Die Tätigkeit in den Arbeitsgemeinschaften hat aber auch den wertvollen Zweck, die einzelnen Teilnehmer zu eigenen Vorträgen zu veranlassen, und so jedem im Kameradenkreise die Möglichkeit zu geben, sich im freien Vortrag zu üben. Die Sitzungstermine werden in Zukunft in der ETZ und in den RTA-Nachrichten bekanntgegeben. Zum Schluß forderte Pg. Krauss die Berufskameraden auf, tatkräftig auch im neuen Heim weiterzuarbeiten und nicht nur zum eigenen Vorteil, sondern vor allem zum Nutzen der Gesamtheit eine fruchtbare Arbeit zu leisten.

Herr Prof. Matthias wünschte dann in seinem Schlußwort den Jungingenieuren viel Glück und Erfolg für ihre Weiterarbeit. Sie sollten stets eingedenk bleiben, daß alles, was sie hier leisten, Aufbauarbeit ist nicht nur an ihrer eigenen Persönlichkeit, sondern auch an unserer gesamten Technik und damit an unserem neuen Deutschland — Aufbauarbeit im Sinne unseres großen Führers.

Nach diesem offiziellen Teil folgten die Teilnehmer gern und ausgiebig der Aufforderung von Herrn Prof. Matthias, noch recht gemütlich und lange zusammenzubleiben.

Krauss VDE.

Jungingenieure beim VDE!

Mit dem Gemeinschaftsabend am 5. 11. 1935 wurde die Tätigkeit der Elektrojungingenieure beim VDE aufgenommen. Nachstehend geben die einzelnen Jungingenieur-Arbeitsgemeinschaften ihre Programme bekannt. Ich fordere nun jeden zu ernstlicher Mitarbeit gewillten Jungingenieur — ob VDE-Mitglied oder nicht — auf, zu der seinem Betätigungsdrang entsprechenden nächsten Zusammenkunft zu erscheinen.

Heil Hitler!

Krauss VDE,
Obmann der VDE-Jungingenieure
(Fernruf: D 2 0011, App. 195).

Sämtliche nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18 Uhr im Landwehrkasino, Jebensstr. 2 (hinter dem Bahnhof Zoologischer Garten) statt.

Arbeitsgemeinschaft Elektromaschinenbau, Leiter: Bätz, Berlin-Wilhelmshagen, Fahlenbergstr. 27, Fernr.: D 4 0011, App. 159

25. 11. 1935 „Wirkungsweise und Schaltung von gittergesteuerten Stromrichtern“ (Vortragender: Dr. Kübler)

Arbeitsgemeinschaft Fernmeldetechnik, Leiter: Wagner, Berlin-Charlottenburg, Horstweg 4, Fernr.: C 4 0011, App. 3013

26. 11. 1935 „Rohstoffbewirtschaftung in der Fernmeldetechnik“ (Vortragender: Wagner)

Arbeitsgemeinschaft Meßtechnik, Leiter: Dr. Boekels, Berlin-Wannsee, Am Sandwerder 8, Fernr.: F 8 0014, App. 399

27. 11. 1935 „Sparstoffe und ihre Anwendung beim Bau elektrischer Meßgeräte“ (Vortragender: Cammerer)

Arbeitsgemeinschaft Hochfrequenztechnik, Leiter: Dr. Allerding, Berlin-Friedrichshagen, Bruno-Wille-Str. 51, Fernr.: E 9 8501, App. 86

28. 11. 1935 „Überlagerungssummer“ (Vortragender: Elgström)

Arbeitsgemeinschaft Hochspannungstechnik, Leiter: i. V. Dr.-Ing. Burghoff, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, Fernr.: C 4 8885

28. 11. 1935 „Aufbau und Wirtschaftlichkeit von Kondensatorenanlagen zur Leistungsfaktorverbesserung“ (Vortragender: Stauch)

Arbeitsgemeinschaft Industrieanlagen, Leiter: Dr.-Ing. Göschel, Berlin W 15, Bleibtreustr. 32, Fernr.: C 4 0011, App. 2631

29. 11. 1935 „Der Motor mit Kurzschlußläufer in Industrie- und öffentlichen Netzen“ (Vortragender: Bunzl-Gecmen)

Arbeitsgemeinschaft Kabeltechnik, Leiter: Kaiser, Berlin-Neukölln, Wildenbruchplatz 9, Fernr.: F 2 3141

2. 12. 1935 „Prüfungen in Kabelnetzen mit hochgespanntem Gleichstrom“ (Vortragender: Strobach)

Arbeitsgemeinschaft Installationstechnik, Leiter: Dipl.-Ing. Bernhard Schmidt, Berlin-Charlottenburg, Goethestr. 87, Fernr.: D 2 0011, App. 136

4. 12. 1935 „Zweckmäßige Installation in neuzeitlichen Wohnhäusern“ (Vortragender: Zott)

Arbeitsgemeinschaft Theoretische Elektrotechnik, Leiter: Dr.-Ing. Viktor Aigner, Berlin-Charlottenburg 2, Grolmanstr. 12, Fernr.: D 1 0014, App. 404

5. 12. 1935 „Der Einfluß von Erdschluß- und Ausgleichspulen auf die gegenseitige Beeinflussung von Drehstromsystemen bei Erdschluß“ (Vortragender: Aigner)

Arbeitsgemeinschaft Elektrophysik, Leiter: Dr. Hauffe, Berlin-Friedenau, Cäciliengärten 4, Fernr.: D 9 2101

12. 12. 1935 „Gittersteuerung von Gasentladungen“ I. Teil (Vortragender: Dr. A. Glaser)

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Der VDDI im VDE.

In Verfolg einer Anordnung des Beauftragten für Technik und deren Organisationen, Generalinspektor Dr.-Ing. F. Todt, die Bestrebungen des Verbandes Deutscher Diplom-Ingenieure in den Rahmen der Gesamtorganisation der Technik einzufügen, haben die beiden Verbände am 8. November 1935 eine Vereinbarung getroffen, auf Grund deren sich der Verband Deutscher Diplom-Ingenieure E. V. korporativ dem Verband Deutscher Elektrotechniker E. V. eingegliedert hat.

Der „VDDI im VDE“ übernimmt neben seinen allgemeinen kulturellen Aufgaben im Einvernehmen mit dem VDE die Bearbeitung der berufsständischen Fragen.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.



Bekanntmachung.

Ausschuß für Isolierstoffe.

Der Unterausschuß „Faserstoffe" ist zur Zeit damit beschäftigt, die bisherigen Leitsätze für Hartpapierplatten, Hartpapierrohre und Hartpapierformstücke (VDE 0324, 0325, 0326) zusammenzufassen und auf Hartgewebe zu erweitern. Bei der Durchführung dieser Arbeiten hatte es sich als zweckmäßig herausgestellt, genormte Nenndicken und die zugehörenden Grenzmaße für Hartpapier- und Hartgewebe-Platten in DIN VDE-Normblättern festzulegen.

Der genannte Unterausschuß hat daher die beiden nachstehenden Entwürfe aufgestellt.

Einsprüche und Anregungen zu diesen Entwürfen sind in doppelter Ausfertigung bis zum 20. Dezember 1935 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

Isolierstoffe

Hartgewebe-Platten

DK 621. 315. 614. 6 Elektrotechnik

DIN Entwurf 1 VDE 606

Klasseneinteilung nach VDE 0318 „Leitsätze für die Prüfung von Hartpapier und Hartgewebe":
Klasse G: grobfädig, etwa 1 bis 2 Gewebelagen je Millimeter Dicke
Klasse F: feinfädig, etwa 4 bis 5 Gewebelagen je Millimeter Dicke
Bezeichnung einer Hartgewebe-Platte Klasse F von 2 mm Dicke, 550 mm Breite¹) und 1050 mm Länge¹):
Hartgewebe-Platte F 2 × 550 × 1050 VDE 606

Dicken in mm

1	2	3	4	5
Nennmaß	Klasse G		Klasse F	
	Größtmaß	Kleinstmaß	Größtmaß	Kleinstmaß
1			1,15	0,85
(1,25)			1,40	1,10
1,5			1,65	1,35
(1,75)			1,90	1,55
2			2,20	1,80
2,5			2,70	2,30
3			3,22	2,78
3,5			3,75	3,25
4			4,25	3,75
4,5			4,75	4,25
5	5,4	4,6	5,30	4,70
6	6,4	5,6	6,35	5,65
(7)	7,4	6,6	7,35	6,65
8	8,4	7,6	8,40	7,60
(9)	9,5	8,5	9,45	8,55
10	10,5	9,5	10,5	9,5
12	12,5	11,5	12,5	11,5
14	14,6	13,4	14,6	13,4
16	16,6	15,4	16,6	15,4
18	18,7	17,3	18,7	17,3
20	20,7	19,3	20,7	19,3
25	25,8	24,2	25,8	24,2
30	31,0	29,0	31,0	29,0
35	36,0	34,0	36,0	34,0
40	41,0	39,0	41,0	39,0
45	46,0	44,0	46,0	44,0
50	51,2	48,8	51,2	48,8
60	61,4	58,6	61,4	58,6
70	71,6	68,4	71,6	68,4
80	81,8	78,2	81,8	78,2
90	92,0	88,0	92,0	88,0
100	102	98,0	102	98,0

Eingeklammerte Dicken möglichst vermeiden.
¹) Breiten und Längen sind von Herstellungseinrichtungen abhängig und daher nicht genormt.

Hartgewebe muß den Anforderungen in VDE 0318 „Leitsätze für die Prüfung von Hartpapier und Hartgewebe" entsprechen.
Einheitsgewicht: 1,28 bis 1,42 kg/dm³.

November 1935 Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

Isolierstoffe

Hartpapier-Platten

DK 621. 315. 614. 6 Elektrotechnik

DIN Entwurf 1 VDE 605

Klasseneinteilung nach VDE 0318 „Leitsätze für die Prüfung von Hartpapier und Hartgewebe":
Klasse I: Für hohe elektrische Beanspruchungen
Klasse II: Für vorwiegend mechanische sowie für geringere elektrische Beanspruchungen
Klasse III: Für Fernmeldetechnik
Klasse IV: Für Fernmeldetechnik (geringste Feuchtigkeitsaufnahme)
Bezeichnung einer Hartpapier-Platte Klasse II von 0,6 mm Dicke, 550 mm Breite ¹) und 1050 mm Länge¹):
Hartpapier-Platte II 0,6 × 550 × 1050 VDE 605

Dicken in mm

1	2	3	4	5
Nennmaß	Klasse I und II		Klasse III und IV	
	Größtmaß	Kleinstmaß	Größtmaß	Kleinstmaß
0,1	0,12	0,08	0,12	0,08
0,2	0,23	0,17	0,23	0,17
0,3	0,34	0,26	0,34	0,26
0,4	0,44	0,36	0,44	0,36
0,5	0,57	0,43	0,55	0,45
0,6	0,68	0,52	0,65	0,55
(0,7)	0,79	0,61	0,76	0,64
0,8	0,90	0,70	0,86	0,74
(0,9)	1,00	0,80	0,97	0,83
1	1,11	0,89	1,07	0,93
(1,25)	1,38	1,12	1,33	1,17
1,5	1,64	1,36	1,59	1,41
(1,75)	1,91	1,59	1,84	1,66
2	2,17	1,83	2,10	1,90
2,5	2,70	2,30	2,62	2,38
3	3,20	2,80	3,13	2,87
3,5	3,75	3,25		
4	4,25	3,75		
4,5	4,80	4,20		
5	5,30	4,70		
6	6,35	5,65		
(7)	7,35	6,65		
8	8,40	7,60		
(9)	9,45	8,55		
10	10,5	9,5		
12	12,5	11,5		
14	14,6	13,4		
16	16,6	15,4		
18	18,7	17,3		
20	20,7	19,3		
25	25,8	24,2		
30	31,0	29,0		
35	36,0	34,0		
40	41,0	39,0		
45	46,0	44,0		
50	51,2	48,8		
60	61,4	58,6		
70	71,6	68,4		
80	81,8	78,2		
90	92,0	88,0		
100	102	98,0		

Eingeklammerte Dicken möglichst vermeiden.
¹) Breiten und Längen sind von Herstellungseinrichtungen abhängig und daher nicht genormt.

Hartpapier muß den Anforderungen in VDE 0318 „Leitsätze für die Prüfung von Hartpapier und Hartgewebe" entsprechen.
Einheitsgewicht: 1,28 bis 1,42 kg/dm³.

November 1935 Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.

GAU-VERANSTALTUNGEN.

VDE, Gau Südsachsen, Chemnitz (gemeinsam mit dem VDI). 21. 11. (Do), 20 h, Staatl. Akademie für Technik: „Bekenntnis zur Technik." Dipl.-Ing. W. Bruckmann VDE.

VDE, Gau Danzig. 25. 11. (Mo), 20 h, T. H.: „Fortschritte in der Höchstspannungskabeltechnik" (m. Lichtb.). Dr. W. Vogel VDE.

VDE, Gau Thüringen, Erfurt. 26. 11. (Di), 20 h, Münchner Bürgerbräu: „Die Verwendung von Öl in Schaltanlagen und Schaltern." Dipl.-Ing. König VDE.

VDE, Gau Hansa, Hamburg. 27. 11. (Mi), 20 h, Techn. Staatslehranstalt.: „Das neue Zähler-Eichwerk der Hamb. Elektr.-Werke AG." (m. Lichtb.). Dir. J. Schneider.

VDE, Gau Niedersachsen, Hannover. 26. 11. (Di), 20 h 15 m, T. H.: „Der Expansionsschalter in der Schaltanlage." Dipl.-Ing. Duffing.

VDE, Gau Oberschlesien, Gleiwitz. 29. 11. (Fr), 17 h, Büchereisaal der Donnersmarckhütte: a) „Die Entwicklung der Rohrdrähte für die Verlegung in trockenen und feuchten Räumen im Laufe der letzten Jahre." P. Jordan VDE. b) Film über die Montage des Luftschiffes LZ 129 mit Rapidrohrdraht.

VDE, Gau Niederrhein, M.-Gladbach. 25. 11. (Mo), 20 h 15 m, Hotel Oberstadt: „Beleuchten wir richtig?" Dr.-Ing. H. Hiepe VDE.

IEC

8. Volltagung der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) in Scheveningen und Brüssel sowie Sitzungen einzelner Ausschüsse in Prag.

(3. Fortsetzung von S. 1244.)

Ausschuß 9. Elektrische Bahnausrüstung.
Sitzung in Brüssel: 24. bis 25. 6. 1935.
Vorsitz: Semenza (Italien).
Schriftführung: Peridier (Frankreich).

Gemischter Ausschuß für elektrische Bahnausrüstung
(Comité Mixte)
(IEC, Internationaler Eisenbahnverband (UIC), Internationaler Straßenbahnverband (UIT), Herstellervertreter).
Sitzung in Brüssel: 26. 6. 1935.
Vorsitz: Vente (Frankreich).
Schriftführung: Peridier (Frankreich).

I. In der Niederschrift R. M. 104 der Mailänder Tagung April 1933 und in dem entsprechenden Schriftstück CMT 17 des Comité Mixte war eine Reihe von Fragen aufgeworfen, die sich auf eine Abänderung der in IEC-Veröffentlichung 48 festgelegten IEC-Regeln für Bahnmotoren beziehen. Diese Regeln sind nach Annahme durch den Ausschuß und das Comité Mixte in Mailand 1933 gemäß Beschluß des Committee of Action in Paris im Oktober 1933 in Kraft gesetzt worden. Zur Zeit sind die meisten Länder, darunter auch Deutschland, damit beschäftigt, ihre Regeln für Bahnmotoren diesen Bestimmungen anzugleichen. Es herrschte allgemeine Übereinstimmung darüber, daß evtl. Abänderungen der Veröffentlichung 48, die sich auf Grund der zur Erörterung stehenden Einzelfragen ergeben würden, erst für eine zweite Auflage der IEC-Regeln, die erst nach mehreren Jahren möglich wäre, in Betracht kommen können.

Die wichtigsten dieser Punkte sind die folgenden:

1. Nennspannung der Wechselstrom-Bahnmotoren.

Amerika hatten vorgeschlagen, statt wie bisher die Nennspannung des Motors als 90 % der größten Transformatorleerlaufspannung zu definieren, von der Höchstdrehzahl n_{max} auszugehen und z. B. 0,6 n_{max} als Nenndrehzahl festzulegen. Schweden war dafür, 0,7 n_{max} oder 0,75 n_{max} als Nenndrehzahl zu wählen und dann, wie die V. S. Amerika, die hierzu gehörende Spannung, die nach einer Stunde die Grenzerwärmung ergibt, mit Nennspannung zu bezeichnen.

In längerer Erörterung wies Deutschland in der IEC-Sitzung nach, daß nur die bisher gewählte Definition die Leistungseigenschaften des Wechselstromfahrzeuges richtig zur Geltung bringt. Demgemäß trat die IEC für Beibehaltung der bisherigen Begriffserklärung „Nennspannung" ein. Das Comité Mixte trat dieser Auffassung bei.

Der bisherige § 7 der Veröffentlichung 48 bleibt daher unverändert.

2. Erwärmung von Wicklungen nach Klasse B, insbesondere Thermometerwerte.

Es handelt sich um das Verhältnis der im Prüffeld mit Thermometer zu den mit Widerstandsmethode gemessenen Werten. Eine auf Abänderung zielende französische Eingabe war zu spät eingelaufen, so daß die Frage vertagt wurde.

Amerika trat dabei allgemein für Heraufsetzung der Temperaturgrenzen bei Klasse B ein.

Im § 9, „Klasseneinteilung der Isolierstoffe", wird entschieden, daß Lackdraht endgültig unter Isolationswert A einzureihen ist, so daß die Fußnote 3 dieses Artikels später fortfällt.

Es wird nochmals klargestellt, daß unter „Thermometermethode" stets jene mit Quecksilberthermometer zu verstehen ist. Elektrische Thermometer, z. B. Meßelemente oder Thermoelemente, zeigen nach den Erfahrungen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft meist 7 bis 8 ° mehr. Es kommt hier jedoch sehr auf die Güte der verwendeten Geräte und auch auf die Geschicklichkeit des Messenden an.

In diesem Zusammenhang teilte der Vertreter der Deutschen Reichsbahn in der U.I.C. mit, daß die Veröffentlichung 48 der IEC und des Comité Mixte unter der Bezeichnung EV 103 als bindend für die U.I.C. herausgegeben werde. EV 103 unterscheidet sich von der Veröffentlichung 48 nur durch eine Fußnote zu den Erwärmungstafeln, die besagt, daß nur die Tafel II der Leistungsbewertung zugrunde zu legen ist.

Es ist also von der als Ausnahme gedachten Bestimmung der Veröffentlichung 48, daß „Tafel II nur nach vorheriger Vereinbarung zwischen Hersteller und Verbraucher Geltung hat", hier für Vollbahnbetriebe ganz allgemein Gebrauch gemacht worden.

Tafel II hat bekanntlich für Dauerleistung die gleichen Grenzerwärmungen für Wicklungen und Kommutator wie Tafel I, läßt jedoch für Stundenleistung nur geringere Werte zu als Tafel I (z. B. 105 ° nach Widerstandsmethode für Wicklungen nach Klasse B gegenüber 120 ° der Tafel I).

3. Lagererwärmung.

Die eingelaufenen Antworten der einzelnen Länder erlaubten keine einheitliche Stellungnahme der IEC. Während Deutschland abschließend empfiehlt, die bisherige Zahl + 55 ° bei Prüffeldlauf beizubehalten, obwohl die Lagerbeanspruchung schon wegen des Fortfalles der Zahnräder wesentlich anders ist als im Betrieb, tritt England für den Fortfall jeder Lagererwärmungsvorschrift ein. Als Standpunkt der IEC wird an das Comité Mixte weitergegeben, daß die Lagererwärmungsvorschrift + 55 ° vorläufig beibehalten wird.

4. § 13, Lüftung während der Prüffeldprobe.

Es soll später etwa folgender ergänzender Wortlaut in § 13 der Veröffentlichung 48 eingefügt werden: „Alle Teile, die den Wärmeaustausch zwischen Motor und Umgebung wesentlich beeinflussen, müssen bei der Prüffeldprobe am Motor angebracht sein."

5. § 20, Bemerkung b, betr. Ankerwiderstandsmessung von Gleichstrombahnmotoren.

Amerika hatte vorgeschlagen, auch bei Parallelankern die Widerstandsmessung vorzuschreiben, und zwar sollte sie mit aufliegenden Bürsten, über die der Meßstrom mit etwa 10 % des Nennstromes zugeführt wird, erfolgen. Deutschland betonte, daß hierbei völlig zuverlässige Werte nur erhältlich sind, wenn zwischen den Messungen warm und kalt der Kommutator nicht unter den Bürsten bewegt wird. Man beschließt, die Worte „bei abgehobenen Bürsten" später fortzulassen, so daß die Art der Widerstandsmessung jedem freisteht.

6. § 29. Kommutierungsversuche für Motoren, die im Betrieb mit Widerstandsbremsung oder Nutzbremsung arbeiten sollen.

Polen hatte eingehende Vorschläge, betreffend ein Prüffeldverfahren mit Schwungradauslauf eingereicht. In dem dortigen Zahlenbeispiel sind sehr schwere Bedingungen vorgeschlagen, z. B. 2,5facher Stundenstrom bei doppelter Stundendrehzahl, d. h. also, rd. 2,7fache Spannung, oder fast 7fache Stundenleistung. Hiergegen schlägt der deutsche Vertreter für Widerstandsbremsung 2 E und 1,5 $J_{St.}$, also 3fache Leistung, vor.

Belgien schlägt vor: $1{,}5\,E \cdot 1{,}5\,J_{St.} = 2{,}25$fache Leistung.



England betont, daß im Betrieb Werte bis zu 2,5 E und 5 J, also 12,5fache Stundenleistung, beobachtet wurden.

Als Standpunkt der IEC wird an das Comité Mixte weitergegeben:

a) Nutzbremsung.

Es ist noch kein genauer Vorschlag möglich, die Länderkomitees sollen die Frage untersuchen.

b) Widerstandsbremsung.

Der erwähnte Vorschlag Polens soll von den Länderkomitees näher untersucht werden, wobei ein Unterschied zu machen ist zwischen betriebsmäßiger Kurzschlußbremse und Notbremse.

Im Comité Mixte wird die Gesamtfrage der Kommutierungsversuche nochmals aufgegriffen. Der deutsche und englische Vertreter bringen zum Ausdruck, daß die heutige Tafel der Kommutierungsversuche nicht recht befriedigt, da es möglich sein müßte, das praktisch Notwendige viel kürzer zu fassen.

7. Erwärmungsschaulinien.

Die IEC beschließt, keine Bestimmungen über Erwärmungsschaulinien aufzunehmen. Zum Studium wird der amerikanische Vorschlag empfohlen, welcher die Überlastungsfähigkeit bezüglich Erwärmung erfassen will, und zwar durch eine zeitlich begrenzte Überlast, die im Anschluß an den Dauerlauf nach einer Abkühlung auf + 100 ° bis zur Erwärmungsgrenze von + 120 ° oder + 130 ° durchgeführt wird.

8. Fahrschaulinien, Wirkungsgrad und Toleranzen.

Frankreich will eine ganz bestimmte Schaltung und Formel für die Wirkungsgradbestimmung vorschreiben, während Deutschland gegen so enge Festlegung auftritt. Auch bezüglich der Toleranzen betr. Fahrkurven bestehen erhebliche Gegensätze. Z. B. will Frankreich, daß zwischen 0,9fachem Dauerstrom und 1,5fachem Stundenstrom die Drehzahlkurve des Motors einer Bestellung um nicht mehr als 3 % vom Mittelwert der ersten 10 Motoren abweichen soll. Im deutschen Vorschlag steht die Zahl ± 5 %, jedoch nur bei Dauer- und Stundenstrom.

Trotz längerer Erörterung kommt es zu keinem Beschluß.

Die eingegangenen Vorschläge sollen von den Länderausschüssen weiter geprüft werden.

9. Motorversuche im Prüffeld mit plötzlicher Spannungsänderung.

Einigkeit herrscht darüber, daß nur Versuche mit Abschaltung und Wiedereinschaltung der vollen Netzspannung Zweck haben (Bügeltanzen); solche Versuche sind, wie von den deutschen Vertretern geltend gemacht wurde, besonders wichtig bei Motoren mit Feldschwächung.

II. Regeln, betreffend Transformatoren und Apparate auf dem Fahrzeug.

Als Grundlage diente der im Schriftstück CMT 20 vorliegende Entwurf des Internationalen Eisenbahnverbandes (UIC). Gemäß deutschem Vorschlag wurden hierbei nur zwei Abänderungen vorgenommen, nämlich die Isolationsprobe mit 3 E kann kalt oder warm vorgenommen werden, und ferner wurden außer den angegebenen Grenztemperaturen der Wicklungen 100 ° (Luft- oder Öltransformatoren) und 90 ° Öl auch die entsprechenden Grenzerwärmungen im Prüffeld durch Abzug von + 25 ° Lufttemperatur vorgeschrieben. Die Überlastungsproben bleiben noch offen.

III. Regeln für Transformatoren in Unterstationen.

Laut Beschluß in der Sitzung des Comité Mixte sollen die eingegangenen Vorschläge über Transformatoren in Unterstationen sowie jene über Schalter und Apparate auf der Lokomotive den zuständigen IEC-Ausschüssen zur Rückäußerung zugestellt werden. Es herrscht Einigkeit darüber, daß für Bahnbetrieb bezüglich Überlastung schärfere Bedingungen als für allgemeine Industrieversorgung zu fordern sind. Das deutsche Komitee hatte diesbezügliche Vorschläge bereits eingereicht. Diese sowie die Vorschläge anderer Länder sollen als Unterlage für die weiteren Beratungen in einem besonderen Schriftstück zusammengestellt werden.

IV. Regeln für Stromrichter.

Die von dem VDE-Stromrichter-Ausschuß aufgestellten Vorschläge vom Juni 1935 konnten noch rechtzeitig an die Teilnehmer der IEC-Sitzungen verteilt werden.

Der IEC-Ausschuß 22 „Stromrichter" hatte in Scheveningen eine informatorische Sitzung abgehalten. Es wurde festgestellt, daß der Ausschuß 9 sich hauptsächlich mit den Betriebsbedingungen der Gleichrichter bei Bahnbelastung zu beschäftigen hat, während Ausschuß 22 die mehr konstruktiven und die allgemeinen Fragen behandeln sollte.

Von den 10 Punkten, nach denen gemäß der Mailänder Niederschrift RM 104, Seite 10 (bzw. CMT 16, Seite 9), die Arbeiten zu beginnen haben, werden die 6 ersten erörtert.

Außer von Deutschland liegen ausführliche Entwürfe vor von: Italien, Schweiz, Amerika, Niederlande, Österreich (Glasgleichrichter) und Belgien.

Die sechs behandelten Punkte und die Beschlüsse hierzu im Ausschuß 9 und Comité Mixte sind die folgenden:

1. Geltungsbereich.

In Übereinstimmung mit dem deutschen Vorschlag: Alle Quecksilberdampf-Gleichrichter in Glas- oder Eisengefäß, mit oder ohne Gittersteuerung, 100 A Gleichstrom als unterste Grenze und 4000 V als höchste Gleichspannung (Wechsel- und Umrichter sind allerdings vorläufig nicht hineingenommen).

2. Definition und Anwendungsbedingungen.

Die Regeln sollen sich außer auf die Gleichrichter auch auf die zugehörigen Transformatoren und auf alle Hilfseinrichtungen erstrecken.

In Übereinstimmung mit der Definition in Ausschuß 2 (stationäre Maschinen) heißt es:

Die Nennwerte, vom Hersteller nach den Betriebsbedingungen festgelegt, sind auf dem Leistungsschild angegeben als Leistung, Spannung und Strom der Gleichstromseite.

3. Dichtheit des Stromrichters.

Nach längerer Erörterung werden die vom deutschen Komitee vorgeschlagenen deutschen Werte etwa $^{3}/_{1000}$ mmHg und Anstieg auf maximal $^{2}/_{100}$ mm Hg innerhalb 10 h gewählt.

4. Überlastung und Betriebsprüfung.

Hier zeigen die eingesandten Vorschläge große Unterschiede. Während z. B. Deutschland für Bahnbetrieb mit Eisengleichrichter 100 % Überlast für die Dauer von 20 s vorschlägt, verlangt Holland 300 % Überlast 1 s lang.

Nach längerer Erörterung wird folgendes vereinbart, als IEC-Beschluß dem Comité Mixte vorgeschlagen und dort auch vorläufig angenommen:

Unabhängig davon, ob in Glas oder Eisen ausgeführt, werden drei Klassen unterschieden, für welche verschiedene Überlastungsbedingungen gelten.

Klasse A soll den Gleichrichtern entsprechen, die für Straßenbahnbetrieb verwendet werden und im allgemeinen leichte Betriebsverhältnisse aufweisen.

Klasse B enthält die Gleichrichter, welche für Vorort- und Überlandbahnen, sowie für Stadtschnellbahnen gebraucht werden und mittelschwere Betriebsverhältnisse aufweisen.

Klasse C enthält die Gleichrichter für schweren Vollbahnbetrieb.

Die vorgeschriebenen Überlastungen sind für die einzelnen Klassen die folgenden:

	Überlast	Zeitdauer
Klasse A	25 %	15 min
	50 %	2 „
	100 %	10 s
„ B	50 %	2 h
	100 %	1 min, 2 × stündlich
„ C	50 %	2 h
	200 %	5 min

Die angegebenen Überlastwerte beziehen sich auf die Nenndauerleistung (Nennstrom) des Gleichrichters, und es können alle Teile der Gleichrichteranlage die sonst vorgeschriebenen Temperaturgrenzen bei diesen Überlastpro-

ben überschreiten. Die Proben sind jede für sich im Anschluß an die Dauerleistungsprobe auszuführen.

5. Temperatur und Erwärmung der Gleichrichteranlage.

Als Umgebungstemperatur, mit welcher der Gleichrichter noch arbeiten soll, wird 40 ° C festgelegt, als Temperatur des Kühlwassers 25 ° C und als Temperatur der Kühlluft 35 ° C. Als größte Höhe über dem Meeresspiegel, bis zu der die Vorschriften gelten, wird 1200 m festgelegt.

6. Isolationsprobe.

Der Versuch ist auszuführen mit Wechselspannung von 50 Hz während einer Minute, und zwar nicht im evakuierten Zustand, sondern vor dem Zusammenbau. Die Prüfspannung U_p als effektive Wechselspannung für die einzelnen Teile der Gleichrichteranlage ist die folgende, wobei U_g die höchste Nenngleichspannung bedeutet.

1. Gleichrichter	
Hauptanoden gegen Kessel	$U_p = 3\ U_g + 5000$ V
Erregeranoden, Zündanoden und Zündspulen gegen Kessel	$U_p = 1000$ V
Kathode gegen Kessel	$U_p = 100$ V
Kessel und Vacuumeinrichtung gegen Erde . . .	$U_p = 2\ U_g + 1000$ V
2. Transformator	
a) Primärwicklung gegen Sekundärwicklung und gegen Erde . . . . (wobei U die Transformator-Primärspannung ist, gemäß IEC-Veröff. 34)	$U_p = 2\ U + 1000$ V
b) Sekundärwicklung gegen Erde und wenn dies möglich ist, auch die Wicklungen gegeneinander	$U_p = 2\ U_g + 5000$ V
3. Zusätzliche Apparate.	
a) Zuleitung, die mit den Hauptanoden verbunden ist, gegen Erde . . . . b) Anodendrosselspulen gegen Erde	$U_p = 3\ U_g + 5000$ V
c) Glättungsdrosselspule gegen Erde . . . . . d) Kathodendrosselspule und alle Leitungsteile, die mit der Kathode verbunden sind, beispielsweise Steuerapparate und Hilfsapparate gegen Erde	$U_p = 2\ U_g + 1000$ V
e) Hilfstransformator, beispielsweise zur Vacuumhaltung gehörig . . . . f) Motoren, beispielsweise für Kühlung	Nach der IEC-Veröffentlichung, (stationäre Maschinen)

Die Behandlung der Punkte: 7. Leistungsfaktor, 8. Wirkungsgrad und Verluste, 9. Spannungsregulierung, 10. Bildzeichen wird auf eine spätere Sitzung verschoben, auch mit Rücksicht darauf, daß hierüber erst der Ausschuß 22 „Stromrichter" Beschluß fassen muß.

11. Höhere Harmonische und ihre Unterdrückung.

Auf Anregung der Schweiz soll in einer späteren Sitzung auch diese Frage erörtert werden.

Die weitere Behandlung der Gleichrichterfragen im Ausschuß 9 ist so gedacht, daß die nationalen Komitees aufgefordert werden, sich bis zum 1. 1. 36 über die Punkte 1 bis 6 zu äußern. Falls keine abweichenden Gegenvorschläge eingehen, soll dann dieser erste Teil der Gleichrichterregeln in Kraft gesetzt werden.

In der Comité Mixte-Sitzung wurden die vorstehend wiedergegebenen Beschlüsse nochmals zusammenfassend wiedergegeben. Michel (Deutschland) empfahl noch eine Erweiterung der Regeln in bezug auf Rundfunk- und Telephonstörungen. Frankreich stimmte diesem Wunsche zu.

Ferner wiesen die deutschen Vertreter darauf hin, daß die noch nicht erörterten Punkte, vor allem auch die Punkte: „Leistungsfaktor" und „Wirkungsgrad" noch erhebliche Schwierigkeiten bieten werden. So wird es beispielsweise notwendig sein, über die Begriffe: „totaler Leistungsfaktor", „Leistungsfaktor der Grundwelle" und „Verzerrungsfaktor" klare internationale Definitionen aufzustellen.

V. Fahrleitungen.

In der CM-Sitzung machte Michel (Deutschland) hierüber eingehende Ausführungen und erklärte, daß nach Ansicht der UIC die Grundlagen in den einzelnen Ländern, z. B. der Zug, mit dem die Leitungen gespannt sind, die Stromabnehmerbreite usw. so verschieden sind, daß eine internationale Vereinheitlichung nicht durchführbar ist. Die Herstellervertreter der einzelnen Länder stimmten dieser Ansicht zu. Es ist kaum anzunehmen, daß in dieser Beziehung weitere Bestrebungen zu irgendeinem Erfolge führen werden. Vielleicht wird die IEC das eingegangene Material zu irgendwelchen Vergleichsstudien benutzen können.

VI. Bildzeichen für Bahnausrüstungen.

Die IEC überreichte dem Comité Mixte folgenden Beschluß:

Stationäre Anlagen und Fahrzeugausrüstungen.

Die IEC stellt fest, daß die vom Ausschuß Wechmann der UIC vorgeschlagenen Bildzeichen in den Hauptpunkten mit den von der IEC angenommenen, nämlich Veröffentlichung 35 (Starkstrom-Installation) und mit dem Schriftstück 3 (Sekretariat) 205, sich in guter Übereinstimmung befinden. Soweit die von dem Ausschuß Wechmann vorgeschlagenen Bildzeichen nicht in den IEC-Veröffentlichungen enthalten sind, sind sie, wie man sieht, jedenfalls nicht im Widerspruch zu den Grundsätzen, die bei der Aufstellung der IEC-Bildzeichen maßgebend waren. Die IEC ist mit der Veröffentlichung der Bildzeichen, die von der Kommission Wechmann aufgestellt sind, einverstanden, möchte diese Liste jedoch vorher durch einen Sonderfachmann nochmals prüfen lassen.

Hierzu bemerkte der deutsche Vertreter in der UIC, daß als besonders dringend die Bildzeichen für Beleuchtung und Heizung erledigt werden müßten. Sie müßten möglichst sofort in Kraft treten.

Was die Bildzeichen für Fahrleitungen anbetrifft, so hatte im Comité Mixte die UIC früher mehrfach erklärt, daß Interesse für eine Vereinheitlichung der Schaltzeichen der Fahrleitungen nicht bestände. Diese Ansicht wird dieses Mal nicht aufrecht erhalten, sondern die Frage zum weiteren Studium für spätere Sitzungen vorgemerkt.

VII. Verschiedenes.

Im Comité Mixte kommt nochmals der Punkt Wirkungsgradbestimmung von Gleichstrommotoren zur Sprache. Ein französischer Vorschlag soll die Grundlage einer schriftlichen Erörterung bilden.

Hervorgehoben wird ferner, daß die Hilfsmotoren und die Dieselgeneratoren in die Vorschriften eingeordnet werden müssen. Die UIC hat bekanntlich über Generatoren und Motoren von dieselelektrischen Fahrzeugen Entwürfe aufgestellt, die auch bereits im VDE-Ausschuß für elektrische Bahnausrüstungen erörtert wurden. In England scheinen ähnliche Arbeiten im Gange zu sein. Der Vorsitzende gibt die Anregung, daß diese beiden Ländern ihre Vorschläge einsenden möchten.

Die nächste Tagung des IEC-Ausschusses 9 und des Comité Mixte wird für Herbst 1936 in London in Aussicht genommen.

Berichter: Monath VDE.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Physikalische Gesellschaft, Berlin (in Gemeinschaft mit Deutsche Gesellschaft für technische Physik, Berlin). a) 22. 11. (Fr), 17 h 30 m, Groß. Hörs. Phys. Inst. Univ.: „Magnetische Eigenschaften von Kristallen." H. A. Kramers, Leiden. b) 29. 11. (Fr), 20 h, Alter Phys. Hörs. der T. H.: „Über Hochfrequenzöfen." W. Esmarch.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft, Gau West, Essen. 27. 11. (Mi), 19 h 15 m, Haus der Technik, Essen: „Photochemische Vorgänge in Kristallen und das latente photographische Bild" (m. Lichtb. u. Vorführ.). Prof. Dr. R. W. Pohl. Eintritt für Nichtmitglieder 2 RM.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel

Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955 56.

Abschluß des Heftes: 15. November 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Spinger, Berlin W 9.



Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 28. November 1935 | Heft 48

Vorschlag für die Bestimmung des Wirkungsgrades von Haushaltbacköfen.

Von **Theodor Dall VDE,** Stuttgart-Bad Cannstatt.

621. 364. 5

Übersicht. Da die Leerlaufmessung eines Backofens keine eindeutige Vergleichsgrundlage in bezug auf den Betriebswirkungsgrad gibt, wird eine einfache Messung vorgeschlagen, die einen solchen Vergleich ermöglicht.

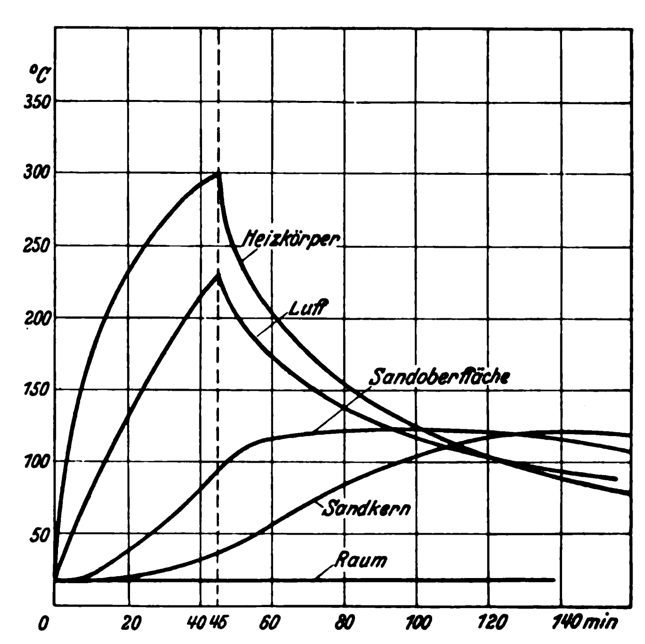
Zur Kennzeichnung und als Vergleichsgrundlage für Haushaltbacköfen wird vielfach die Leerlaufkurve gemessen, indem man den Verlauf der mittleren Lufttemperatur des leer eingeschalteten Backofens mißt. Dabei wird oft besonderer Wert auf die Zeit gelegt, die vergeht, bis die Luft eine Temperatur oder eine Übertemperatur von 200 ° erreicht. Diese Messung gibt aber nicht ohne weiteres eine Vergleichsgrundlage in bezug auf die Wirtschaftlichkeit im Betriebe, auf die es doch vor allem ankommt. Es ist z. B. sehr wohl möglich, daß ein Backofen mit einer verhältnismäßig großen Wärmekapazität und geringen Abstrahlungsverlusten, der eine ziemlich große Leerlaufs-Anheizzeit hat, im Betrieb wirtschaftlicher ist als ein anderer Backofen kleiner Wärmekapazität mit größeren Abstrahlungsverlusten, obgleich dieser im Leerlauf einen schnelleren Temperaturanstieg zeigt. Denn nach dem Abschalten des Backofens kann ein Teil des Wärmeinhaltes eines Ofens mit großer Wärmekapazität ausgenutzt werden, um die Temperatur des Backgutes noch weiter zu erhöhen.

Bei einem Flachkuchen und Kleingebäck ist der Unterschied des Temperaturverlaufes gegenüber dem leerlaufenden Backofen verhältnismäßig gering, da die Masse gewöhnlich ziemlich klein und mit großer Oberfläche im Ofen gleichmäßig verteilt ist und sich bei ihrer geringen Schichtstärke ziemlich schnell auch im Innern erwärmt. Größer ist der Unterschied bei größerem Backgut oder bei einem großen Braten. Bei diesen steigt die Temperatur im Innern im Verlauf von etwa 60 bis 100 min allmählich an, wobei der letzte Teil des Temperaturanstieges erst nach dem Abschalten erfolgt.

Da sich das Verhalten unter diesen Umständen nicht allein aus der Leerlaufmessung ableiten läßt, wurde nach einem Meßverfahren gesucht, das möglichst den Betriebsbedingungen beim Backen eines großen Backguts entspricht. Diese Bedingungen wurden dem Versuch zugrunde gelegt, weil sie wohl dem häufigsten Benutzungsfall entsprechen.

Bedingung für den Versuch ist, daß der Erwärmungsvorgang ähnlich verläuft, die erreichten Endtemperaturen in ähnlicher Höhe liegen und die Leistungsaufnahme und der Energieverbrauch dem Betriebsfall entsprechen. Es muß möglich sein, die Speicherwärme ebenso auszunutzen wie beim Betrieb, und die Versuchsbedingungen müssen so einfach und eindeutig sein, daß sie überall wiederholt werden können.

Als Versuchseinrichtung wurde folgende Anordnung gewählt: In die Mitte des Backofens wurde ein Aluminiumtopf von 180 mm lichtem Durchmesser und 120 mm lichter Höhe auf zwei Eisendrähten so eingesetzt, daß sein Boden etwa 35 mm über dem unteren Heizkörper war. Der Topf enthielt 4 kg Quarzsand Dörentrup OB von einer Korngröße von etwa 0,15 bis 0,2 mm. Der Sand wurde vor Versuchsbeginn getrocknet, um Fehler durch verschiedenen Feuchtigkeitsgehalt zu vermeiden. Im Topf befand sich ein Gestell aus 1 mm starkem Eisendraht, das mehrere Thermoelemente trug.



Heizleistung 1200 W. Heizdauer 45 min. Heizung: innen. Isolierung: Schlackenwolle.

Abb. 1. Temperaturverlauf beim Aufheizen von 4 kg Sand.

Da beim Braten und Backen das Backgut stets Feuchtigkeit enthält, wurden auch Versuche mit feuchtem Sand durchgeführt, die zeigten, daß der Erwärmungsverlauf bei trockenem Sand dem praktischen Betrieb ebenso nahe kommt wie bei feuchtem Sand. Da aber bei diesem die genaue Messung der Nutzwärme sehr schwierig ist, wurde für die Versuche trockener Sand benutzt.

Der für die Versuche benutzte Backofen war in einen Haushaltherd eingebaut. Er hatte einen Nutzraum von 330 · 230 · 475 mm und besaß Innenheizung. Durch oben und unten eingeschobene dicht schließende Bleche konnten die Heizkörper abgedeckt werden, so daß er damit einem außengeheizten Backofen entsprach. Er war mit einem äußeren aluminiumgespritzten Eisenblechmantel umgeben. In den Zwischenraum wurde einmal ein aus aluminium-

gespritztem Eisenblech bestehender Zwischenmantel eingeschoben, so daß sich eine Luftisolation mit Rückstrahlmänteln ergab, und für andere Versuche wurde der Zwischenraum mit Schlackenwolle ausgefüllt. Der Backofen wurde also untersucht mit Innen- und mit Außenheizung, beide Fälle sowohl mit Strahlungsschutz wie mit Schlackenwolleisolation.

Mit diesen vier verschiedenen Backofenarten wurden je drei Aufheizversuche durchgeführt, und zwar wurden, jeweils vom kalten Backofen ausgehend, die Versuche vorgenommen mit

1200 W bei einer Einschaltdauer von 30 min
1200 W „ „ „ „ 45 „
1800 W „ „ „ „ 30 „

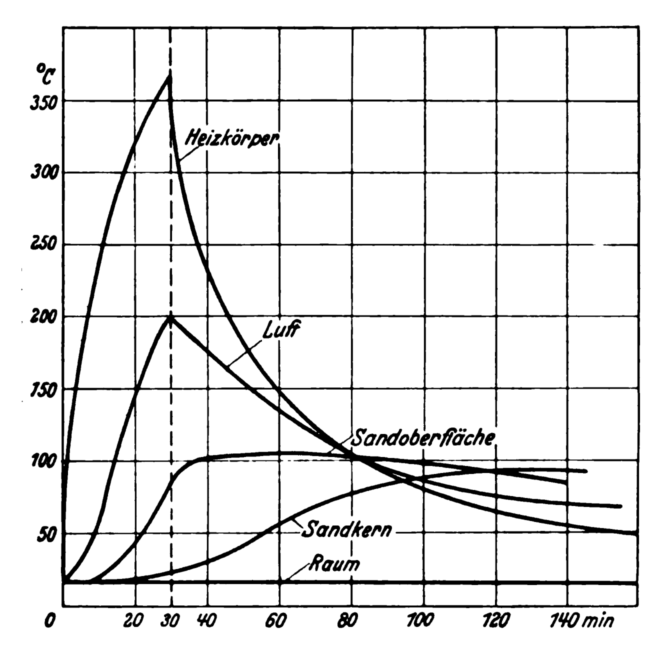
In Abb. 1 und Abb. 2 ist der Temperaturverlauf für zwei verschiedene Messungen aufgezeichnet. Dabei sind die Temperaturen der einzelnen Teile als das Mittel der Temperaturen einer größeren Anzahl an oder in den betreffenden Teilen angebrachter Thermoelemente errechnet. Der zeitliche Verlauf bei den einzelnen Versuchen ist wohl verschieden, hat aber folgende gemeinsame Kennzeichen: Die Temperatur der Sandoberfläche steigt langsam an, um bald nach dem Ausschalten ebenfalls langsam abzufallen. Die Kerntemperatur des Sandes steigt zunächst kaum. Beim Abschalten ist sie erst um einige Grad Celsius gestiegen, setzt die Steigung langsam fort und erreicht ihren Scheitelwert erst lange nach dem Ausschalten. Die zum Erwärmen des Kernes erforderliche Wärme wird also fast ganz der während der Einschaltzeit im Backofen und in den äußeren Zonen des Sandes aufgespeicherten Wärme entnommen.

Der Kern erreicht nicht die Höchsttemperatur der äußeren Zonen. Diese sind aber im Verlauf des Versuches mindestens so warm gewesen wie der Kern. Für das Garwerden des Backgutes kommt es darauf an, daß die Stelle, die die niedrigste Temperatur erreicht, gar wird. Es ist gar nicht erwünscht, daß die anderen Zonen mit Ausnahme der Kruste, die braun werden soll, eine höhere Temperatur erreichen. Dies ist nur durch den Erwärmungsvorgang bedingt, der durch Leitung erfolgt und deswegen ein Temperaturgefälle erfordert. Deswegen ist als erreichte Nutzendtemperatur des Sandes die höchste Temperatur des Kernes und als Nutzwärme das Produkt aus dem Wasserwert des Sandes (einschl. Topf) mit der Temperaturerhöhung des Kernes anzusehen.

Setzt man die Nutzwärme in Beziehung zu der zugeführten Energiemenge, so erhält man den Wirkungsgrad. Er ist in Zahlentafel 1 eingetragen. Wie ein Vergleich dieser Zahlen zeigt, ergeben die Versuche, obgleich sie mit verschiedenen Heizleistungen und Heizzeiten durchgeführt wurden, für denselben Backofen fast genau denselben Wirkungsgrad. Der aus den drei mit demselben Backofen durchgeführten Versuchen errechnete mittlere Wirkungsgrad ist in der letzten Reihe der Zahlentafel eingetragen[1]).

Zahlentafel 1.

Isolationsart		Schlackenwolle						Luft mit Strahlungsschutz					
Lage der Heizkörper		innen			außen			innen			außen		
Leistung	Watt	1200	1200	1800	1200	1200	1800	1200	1200	1800	1200	1200	1800
Heizdauer	min	30	45	30	30	45	30	30	45	30	30	45	30
höchste Kernübertemperatur	°C	70	102	101	64	94	98	61	90	93	55	81	80
Nutzwärme	kcal	81,5	124	122,7	77,7	114,0	114,0	71,2	109,0	108,3	64,2	98,3	97,0
aufgewendete Energie	kcal	516	774	774	516	774	774	516	774	774	516	774	774
Wirkungsgrad		0,158	0,160	0,159	0,150	0,147	0,147	0,138	0,141	0,140	0,124	0,127	0,125
mittlerer Wirkungsgrad			0,159			0,148			0,140			0,125	



Heizleistung 1800 W. Heizdauer 30 min. Heizung: außen. Isolierung: Luft mit Strahlungsschutz.

Abb. 2. Temperaturverlauf beim Aufheizen von 4 kg Sand.

Eine rechnungsmäßige Verfolgung des Erwärmungsvorganges unter vereinfachenden Annahmen zeigt eine geringe Abhängigkeit des Wirkungsgrades von der Aufheizzeit. Deswegen muß bei Festlegung der Vergleichsbedingungen auch die Aufheizzeit berücksichtigt werden. Es wird deswegen vorgeschlagen, für Vergleichsmessungen an Haushaltbacköfen einen Aufheizversuch der beschriebenen Art mit einem Al-Topf von 180 mm Dmr. und 120 mm Höhe und einem Gewicht von etwa 1,05 kg, gefüllt mit 4 kg reinem, trockenem Quarzsand, durchzuführen. Zu Beginn des Versuches müssen Topf, Sand und Backofen möglichst die Umgebungstemperatur haben. Der Versuch wird bei Normalbacköfen mit der heute wohl gebräuchlichsten Leistung von 1500 W durchgeführt. Die Einschaltdauer beträgt 30 min, der Verbrauch also 750 Wh. Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis des Produktes aus höchster Temperaturerhöhung des Sandkernes mit dem Wasserwert des Sandes und Topfes (etwa 1,16 kcal/° C) zu der aufgewendeten Energie.

Der so definierte Wirkungsgrad gilt natürlich nur für den Betriebsfall, bei dem er gemessen wurde, also etwa für das Backen eines größeren Backgutes oder Bratens. Beim aufeinanderfolgenden Backen mehrerer Kuchen verbessert sich der Wirkungsgrad selbstverständlich, da der Restwärmeinhalt des Backofens nur einmal zu decken ist.

Die Gesamtverluste des Backofens setzen sich zusammen aus den Abstrahlungsverlusten während des Versuches bzw. des Backens und dem nicht ausnutzbaren Restwärmeinhalt des Backofens. Von zwei Backöfen desselben auf die Aufheizung von 4 kg Sand bezogenen Wirkungsgrades, aber verschiedener Wärmekapazität und verschiedener spezifischer Abstrahlungsverluste, ist beim aufeinanderfolgenden Backen derjenige der beste, der die größte Wärmekapazität hat. Da dieser Backofen auch die größere

[1]) Daß das Verhältnis von Kernübertemperatur zu Nutzwärme nicht bei allen Messungen gleich ist, rührt daher, daß zwei im Gewicht etwas voneinander abweichende Töpfe verwendet wurden.



Zeitkonstante hat, wird als zweites Kennzeichen die Angabe der aus dem Leerlaufversuch entnommenen Zeitkonstante vorgeschlagen.

Zusammenfassung.

Um eine eindeutige Vergleichsmöglichkeit in bezug auf den Betriebswirkungsgrad zu erhalten, wird als „Backgut" ein mit Quarzsand gefüllter Al-Topf gewählt. Es werden damit Aufheizversuche bei verschiedenen Heizleistungen, Aufheizzeiten, Heizungsanordnungen und Backofenisolierungen untersucht. Wenn man den Wirkungsgrad als das Produkt aus dem Wasserwert dieses Backgutes und der Temperaturerhöhung des Sandkernes festlegt, zeigt sich, daß diese Messungen einen eindeutigen Wirkungsgrad jeder Backofentype ergeben, und es wird deswegen vorgeschlagen, den durch eine solche Messung ermittelten Wirkungsgrad als Vergleichsgrundlage festzulegen.

Über ein neues Röhren-Kippschwingungsgerät für Elektronenstrahl-Oszillographen.

Von Manfred von Ardenne VDE, Berlin.

621. 396. 644. 1. 072 : 621. 317. 755

Übersicht. Die Gesichtspunkte bei der Entwicklung von Hochfrequenz-Kippschaltungen für Elektronenstrahl-Oszillographen werden besprochen. Eine vorteilhafte Schaltung wird mitgeteilt und mit dieser Schaltung erzielte Ergebnisse durch wiedergegebene Oszillogramme belegt.

Die Technik der Erzeugung von Kippschwingungen für die Zeitablenkung bei Elektronenstrahlröhren hat im Laufe der letzten Jahre im Zuge der Entwicklungsarbeiten für das Fernsehen erhebliche Fortschritte gezeitigt. Sonderröhren sind entwickelt, vorteilhafte Schaltungen ermittelt und ihre günstigste Bemessung im Hinblick auf gegebene oder zu erwartende Forderungen beim Fernsehen berechnet worden. Aus dem Bereich der erwähnten Arbeiten hat sich manche wertvolle Anregung und Möglichkeit auch für die Konstruktion solcher Kippschwingungsgeräte ergeben, die ausschließlich für Meßzwecke bestimmt sind. In diesem Zusammenhang sind die durch die Schaffung stabiler Steuergitter-Ionenröhren erschlossenen Möglichkeiten, das Prinzip der Ladung über Widerstände und der Ausschneidung eines kurzen, genügend linearen Teiles der Ladekurve, die durch Verstärkung der Kippspannung erschlossenen Wege sowie die Schaltungen mit Gegentaktausgang zu nennen.

Abb. 1. Schaltung eines Röhrenkippgerätes mit Gegentaktausgang für nieder- und mittelfrequente Kippschwingungen.

Auch das Prinzip der Herstellung konstanter Lade- und Entladeströme durch eine Schirmgitterröhre (im Gegensatz zu dem früher üblichen Verfahren des Arbeitens mit Sättigungsströmen) sowie die Vereinfachung selbsttätiger Röhrenkippschaltungen, insbesondere durch mehr oder weniger vollständigen Ersatz der Gleichstrom-Rückkopplungen durch nur für Wechselstrom durchlässige Rückkopplungen müssen hier erwähnt werden.

Trotz der geschilderten Sachlage sind auf dem Gebiet der Erzeugung h o c h f r e q u e n t e r Kippschwingungen für Meßzwecke seit Erscheinen einer ersten, grundlegenden Arbeit[1]) geringe Fortschritte erzielt worden. Gerade in jüngster Zeit gewinnt jedoch das Problem der Erzeugung stabil vom Meßvorgang synchronisierter, hochfrequenter Kippschwingungen erheblich an Bedeutung. Dies hat mehrere Gründe. Das stets anschauliche oszillographische Arbeiten hat sich bei Untersuchungen im Nieder- und Mittelfrequenzgebiet so bewährt und durchgesetzt, daß ein starkes Interesse besteht, das gleiche Vorgehen auch bei Hochfrequenzuntersuchungen anzuwenden. Immer häufiger wird die Meßtechnik vor Aufgaben gestellt — erinnert sei z. B. an die Untersuchung von Einschwingvorgängen auf Fernseh- oder Hochfrequenzkabeln —, die nur durch einen Schwachstrom-Hochfrequenz-Oszillographen eine schnelle experimentelle Klärung finden können. Nicht zuletzt ist durch die Entwicklung von Hochvakuum-Meßröhren und von Oszillographenverstärkern mit oberer Grenzfrequenz von über 10^6 Hz die Voraussetzung für Hochfrequenzmessungen bei hoher Meßgenauigkeit und auch bei kleiner Meßspannung geschaffen worden.

Die Gesichtspunkte bei der Entwicklung von Hochfrequenz-Kippschaltungen.

Bei einer durch die Eigenschaften des Elektronenstrahl-Oszillographen bestimmten kleinsten meßbaren Änderung der Ablenkspanspannung hängt die kleinste im Oszillogramm erkennbare Zeit nur von der höchsten Kippgeschwindigkeit v_k ab, ausgedrückt in V/s. Die kleinste meßbare Zeit wird

$$t = U_0/v_k,$$

worin U_0 diejenige Spannung in Volt ist, die eine gerade noch erkennbare Lagenänderung des Fleckes (beispielsweise eine Änderung um 20 % des Fleckdurchmessers) bewirkt.

Um ein hohes zeitliches Auflösungsvermögen zu erzielen, ist vom Verfasser unter Anwendung aperiodischer Verstärker mit sehr hoher oberer Frequenzgrenze mit Erfolg der Versuch unternommen worden, die Kippgeschwindigkeit durch Verstärkung der Kippspannung in vielstufigen Einheiten zu steigern. Durch einfache Regelung des Verstärkergrades kann bei einer solchen Anordnung die Zeitachse in außerordentlich weiten Grenzen gedehnt werden. Nachteilig ist bei dieser Anordnung, daß bei größeren Zeitdehnungen infolge des begrenzten Aussteuerbereiches von Kippspannungsverstärker und Elektronenstrahlröhre schließlich nur ein schmaler Ausschnitt der vollen Zeitdauer einer Kipperiode sichtbar wird. Ebenso wie bei einigen weiter unten besprochenen Schaltungen ist das Leistungsvermögen dieser Schaltung begrenzt durch den unvermeidlichen oberen Frequenzabfall im Kippspannungsverstärker. Da diese Anordnung nicht allgemein verwendbar erscheint, soll sie im folgenden nicht näher besprochen werden.

[1]) E. Hudec, Z. Hochfrequenztechn. 34 (1929) S. 207.

Das gleiche gilt auch für ein anderes ähnliches Vorgehen, das darin besteht, die Zeitablenkung durch Sinusspannungen vorzunehmen, deren Amplitude so groß bemessen wird, daß nur der mittlere geradlinige Teil auf dem Fluoreszenzschirm sichtbar wird. Ebenso wie bei neueren Niederfrequenzoszillographen kann auch hier die Übersichtlichkeit der erhaltenen Figuren gesteigert werden durch Verdunkeln der Rücklaufperiode mit Hilfe einer abgezweigten und in der Phase um 90° gedrehten Spannung, die an die Wehnelt-Zylinderelektrode geführt wird. Dieses Vorgehen hätte zwar gegenüber der zuerst besprochenen Anordnung den Vorteil, daß es bis zu fast beliebig hohen Frequenzen anwendbar bleibt, jedoch ist auch hier der Nachteil der Erfassung nur eines kleinen Zeitabschnittes aus einer Ablenkperiode gegeben. Man muß dann durch Mitnahme des Zeitablenkgenerators mit Hilfe eines Teilbetrages der Meßspannung synchronisieren, wobei die Zeitablenkfrequenz auch ein ganzzahliger Bruchteil der Meßfrequenz sein kann. Die Verwirklichung dieser Schaltung im Gebiet tiefer Frequenzen stößt auf die bekannten praktischen Schwierigkeiten bei der Erzeugung dieser Frequenzen mit Rückkopplungsgeneratoren. Der gleiche, zuletzt erwähnte Nachteil, der einer allgemeinen Verwendbarkeit des Kippgerätes entgegensteht, ist gegeben bei einer kürzlich beschriebenen[2]) amerikanischen Anordnung, die jedoch im Gegensatz zu den zunächst besprochenen Schaltungen eine vollständige Kippschwingung liefert, also die gesamte Zeitdauer der Ablenkperiode in das Blickfeld des Oszillogrammes rückt.

Abb. 2. Schaltung eines allgemein brauchbaren Röhren-Kippschwingungsgerätes für nieder-, mittel- und hochfrequente Kippschwingungen.

Nach den vorstehenden Ausführungen ist die Erfüllung folgender Forderungen bei einem Zeitablenkgerät für Hochfrequenzuntersuchungen wünschenswert: Das Gerät soll Ablenkspannungen liefern, die aus der Meßspannung stabil synchronisiert werden. Je größere Frequenzunterteilungen bei guter Synchronisierung erreichbar sind, desto höhere Meßfrequenzen können bei gegebener höchstens im Gerät erreichbarer Kippfrequenz untersucht werden. Die ganze Kipperiode soll auf dem Schirm sichtbar sein.

Hinzu kommen noch folgende allgemeine Anforderungen, die bei hochfrequenten Kippschwingungen zum Teil wesentlich schwieriger zu erfüllen sind als bei niederfrequenten Kippschwingungen: Die Kippspannungsamplitude soll in der Größenordnung 1000 V liegen, um genügend große Fluoreszenzbilder zu sichern. Die Kippschwingung muß in einer Zeit zurückgeführt werden, die klein ist gegenüber der für einen möglichst linearen Anstieg nötigen Zeit. Schließlich ist mit Rücksicht auf die elektronenoptischen Verhältnisse bei Hochvakuumröhren zu verlangen[3]), daß die von der Ablenkschaltung gelieferte Spannung symmetrisch gegenüber Erde abgenommen werden kann, d. h. so, daß das mittlere Potential beider Ablenkplatten gegenüber dem Elektronenstrahl konstant bleibt. Ferner ist dafür Sorge zu tragen, daß die höchst erreichbare Kippfrequenz die Größenordnung von einigen 100 000 Hz erreicht. Im Interesse allgemeiner Verwendbarkeit im Laboratorium ist weiterhin zu erstreben, daß die gleiche Anordnung auch zur Erzeugung mittel- und niederfrequenter Kippschwingungen benutzt werden kann.

Eine Schaltung, die die aufgezählten Foderungen zu einem großen Teil bereits erfüllt, ist in Abb. 1 wiedergegeben. Diese Schaltung bildet die Vorstufe zu der am Schluß der besprochenen Entwicklungszeit vom Verfasser gewählten und weiter unten beschriebenen Geräteschaltung. Sie wird im Rahmen dieses Aufsatzes deswegen besprochen, weil gerade sie einige kennzeichnende Schwierigkeiten bei der Durchbildung von Hochfrequenz-Kippgeräten gut erkennen läßt.

Die für die verschiedenen Frequenzbereiche unterteilte Kippkapazität C wird über einen ohmschen Widerstand W aufgeladen. Die Entladung geschieht durch eine Anordnung mit zwei Hochvakuumröhren R_1 und R_2, die sich auch bei der unten besprochenen Schaltung wiederfindet und dort näher erläutert ist. Die Arbeitspunkte werden so gewählt, daß an der Kippkapazität nur verhältnismäßig kleine Kippspannungen entstehen, die in der nachfolgenden, durch die Röhren R_4 und R_5 gebildeten Endstufe auf die erforderliche Amplitude gebracht werden. Die Röhre R_3 verstärkt die Synchronisierspannung und bewirkt, daß auch bei kleinen Meßspannungen stabil stehende Figuren erhalten werden.

Bei kapazitätsarmem Aufbau der Kippstufen und insbesondere bei Verwendung eines Sondertransformators mit sehr kapazitätsarmer Anordnung der Heizwicklung für die Röhre R_1 ist der Kippgenerator selbst grundsätzlich gut geeignet, um Kippfrequenzen von einigen 100 000 Hz zu erzeugen. Die Leistungsfähigkeit dieser Schaltung wird durch die obere Frequenzgrenze des Kippspannungverstärkers begrenzt. Der letztere bewirkt bei hohen Kippfrequenzen eine Verschleifung der Kippkurve, insbesondere eine erhebliche nachträgliche Verlängerung des Rücklaufes. Wird beispielsweise eine Rücklaufzeit verlangt von nicht mehr als 10 % der Kipperiode, so darf bei einer Frequenz von dem 10fachen Betrage der Kippfrequenz noch kein wesentlicher Verstärkungsabfall in der Endstufe gegeben sein. Diese Forderung ist auch bei Anwendung von Endstufen großer Steilheit und bei sehr kapazitätsfreier Anordnung des Ablenksystemes der Braunschen Röhre und der übrigen Teile des Anodenkreises nur sehr schwer zu erfüllen, wenn Kippfrequenzen von mehr als 100 000 Hz erzeugt werden sollen. Im Interesse geringer Frequenzabhängigkeit sind kleine Anodenwiderstände W_1 und W_2 wünschenswert. Um Kippamplituden der Größenordnung 1000 V zu erzielen, dürfen jedoch diese Widerstände nicht unter etwa 50 000 Ω verringert werden, wenn nicht untragbar große Leistungen in der Endstufe notwendig werden sollen. Eine gewisse Verbesserung der besprochenen Verhältnisse gelingt durch Einführung der Rückkopplungskapazitäten C_1 und C_2 in der Gegentaktendstufe. Mit der Schaltung Abb. 1 wurden bei Anwendung einer Röhre mit unmittelbar seitlich herausgeführten Ablenkplatten und sehr kurzen Verbindungsleitungen zu den Kippspannungsklemmen des Gerätes folgende Ergebnisse praktisch erzielt: Größte erreichte Kippfrequenz 250 000 Hz. Die Rücklaufzeit erreicht bei dieser Frequenz fast 50 % der Kipperiode. Bei 150 000 Hz betrug die Rücklaufzeit etwa 30 %, bei 100 000 Hz etwa 20 %. Wesentlich günstigere Ergebnisse konnten mit einer Anordnung erreicht werden, die die un-

[2]) T. T. Goldsmith u. L. A. Richards, Proc. Instn. Radio Engr. 23 (1935) S. 653.

[3]) M. v. Ardenne, Z. Hochfrequenztechn. 44 (1934) S. 167.

vermeidliche Kapazität der Ablenkplatten und der Zuleitungen außerhalb und innerhalb des Gerätes zu einem erheblichen Teile in die ohnehin erforderliche Kippkapazität nutzbringend einbezieht.

Schaltung und Bemessung.

Diejenige Schaltungsweise, die sich für die Erzeugung hochfrequenter Kippschwingungen besonders bewährt hat, ist in Abb. 2 wiedergegeben. Hier wird die Kippkapazität durch einen Stromstoß geladen und mit konstantem Strom über eine Schirmgitterröhre entladen[4]). Als Ladeanordnung dient die von Bedford und Puckle angegebene Schaltung mit zwei Hochvakuumröhren[5]). Im einzelnen geht der Ladungsablauf folgendermaßen vor sich. Die Kippkapazität C in Abb. 2 wird durch das Rohr R_{II} mit starkem Strom aufgeladen. Der Beginn der Ladezeit ist dadurch gegeben, daß die Spannung an der Kathode der Röhre R_{II} bei konstanter Gitterspannung so weit sinkt, bis der Anodenstrom in dieser Stufe einsetzt. Hierdurch wird der Rückkopplungsvorgang über die Röhre R_{III} eingeleitet: Infolge des Anodenwiderstandes von R_{II} (Größe etwa 1000 Ω) sinkt die Anodenspannung dieser Röhre ab; das wirkt im Gitterkreis der Röhre R_{III} wie eine negative Gitterspannung. Die hierdurch bedingte Verringerung des Anodenstromes in der Röhre R_{II} verursacht ein Positivwerden der Gitterspannung der Röhre R_{II} und dadurch ein weiteres Steigen des Anodenstromes dieser Stufe. Dieser Vorgang findet dadurch ein Ende, daß die Röhre R_{III} völlig verriegelt wird. Zu diesem Zeitpunkt besitzt die Röhre R_{II} stark positive Gitterspannung, so daß die Kippkapazität nahezu mit dem Sättigungsstrom aufgeladen wird. Das Ende der Ladezeit ist dadurch gegeben, daß mit der Aufladung der Kippkapazität schließlich die Spannung der Kathode der Röhre R_{II} so weit gehoben wird, daß die Gitterspannung in bezug auf die Kathode wieder einen negativen Wert annimmt. Das hierdurch bedingte Absinken des Anodenstromes in der Röhre R_{II} leitet einen zweiten, dem ersten entgegengesetzten Rückkopplungsvorgang ein, der durch Verriegelung der Röhre R_{II} beendet ist.

Der Spannungsabfall an dem Anodenwiderstand der Röhre R_{III} tritt in fast gleicher Größe als Kippspannung an der Kapazität C wieder auf. Mit diesem Anodenwiderstand läßt sich daher die Kippamplitude regeln. Dieses Regelverfahren besitzt jedoch folgende Nachteile: Da die Anode der Röhre R_{III} galvanisch mit dem Gitter der Röhre R_{II} verbunden ist, so hängt auch der Gleichstrommittelwert der Kippspannung und damit die Belastung der Röhre R_I von der Spannung an der Röhre R_{III} ab. Bei Veränderung des Anodenwiderstandes würde sich aber diese Spannung stark mitändern. Da die Röhren R_I und R_{III} bei der Erzielung möglichst hochfrequenter Kippschwingungen bereits sehr stark belastet werden müssen, ist die Erhöhung ihrer Anodenspannungen bei einer Verringerung der Kippamplitude höchst unerwünscht. Diese Schwierigkeit ist in Abb. 2 umgangen durch die dort gezeigte Anordnung zur stufenweisen Regelung der Kippamplitude durch den Schalter S_3, bei der sich durch entsprechende Einstellung der Spannungsteilerabgriffe für die Anodenwiderstände erreichen läßt, daß die Anodenspannung der Röhre R_{III} in allen Bereichen den gleichen Wert beibehält. Synchronisiert wird nach Bedford und Puckle über die Verstärkerstufe R_{IV}, die die Schirmgitterspannung der Röhre R_{III} steuert. Ein Absinken der Schirmgitterspannung verschiebt die Gitterspannung der Röhre R_{II} in positiver Richtung und bewirkt hierdurch ein früheres Umkippen zum Ladevorgang.

Die Symmetriespannung wird mit Hilfe der Verstärkerstufe R_V hergestellt. Die Kippkapazität C ist unterteilt, um dem Gitter dieser Stufe eine Spannung geeigneter Amplitude bei richtiger Phase zuzuführen. Die in Reihe mit der Kipp-Teilkapazität vorgesehenen Widerstände entzerren die im Anodenkreis der Röhre R_V durch die äußeren Kapazitäten bedingte Frequenzabhängigkeit.

Die Kippfrequenz wird bereichsweise durch die miteinander gekoppelten Schalter S_1 und S_2 eingestellt und innerhalb der Bereiche stetig durch Änderung des Anodenstromes der Röhre R_I mit Hilfe des Spannungsteilers P.

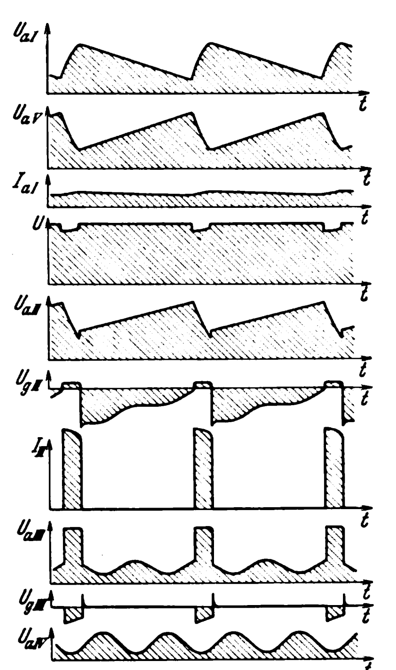


Abb. 3. Schematische Darstellung über den Verlauf verschiedener Spannungen und Ströme in der Schaltung Abb. 2.

Um das Verständnis der verwickelten Schaltung Abb. 2 zu erleichtern, ist in Abb. 3 schematisch der Verlauf der wesentlichen Spannungen und Ströme dargestellt. Im Interesse besserer Übersichtlichkeit ist hier die Dauer der Rückkippzeit und die Schwankung des Anodenstromes der Röhre R_I übertrieben gezeichnet.

Damit in der Schaltung Abb. 2 hochfrequente Schwingungen, wie sie durch die unten wiedergegebenen Oszillogramme belegt sind, erzeugt werden können, kommt es neben der Auswahl geeigneter Röhrentypen und Einstellung vorteilhafter Spannungen und Arbeitspunkte besonders auf die Bemessung folgender Zeitkonstanten an:

Die durch den Anodenwiderstand der Röhre R_{III} und die parallel liegende, schädliche Kapazität gebildete Zeitkonstante muß möglichst klein sein (Größenordnung $^1/_{2000000}$ s).

Die durch den Übertragungskondensator zwischen R_{II} und R_{III} und den Gitterableitewiderstand der Röhre R_{III} gegebene Zeitkonstante muß die Größenordnung der längsten vorkommenden Rücklaufzeit haben. Wird diese Zeitkonstante zu klein gewählt, so tritt eine Amplitudenabnahme im Bereich tiefer Kippfrequenzen oder sogar ein Verlöschen ein. Umgekehrt ist bei zu großer Zeitkonstante ein sehr störender Kippverzug zu beobachten.

Die resultierende Zeitkonstante im Anodenkreis der Röhre R_V ist durch besonders kapazitätsarmen Aufbau des Anodenkreises dieser Stufe, vor allem durch Verwendung von Röhren mit unmittelbar seitlich herausgeführten Ablenkplatten und durch kürzeste Verbindungsleitungen zwischen Gerät und Ablenkplatten möglichst klein zu halten (Größenordnung 10^{-6} s).

Im höchsten Kippfrequenzbereich ist, wie die Schaltung Abb. 2 erkennen läßt, die Gitterkapazität der Röhre R_V zusammen mit einer in Reihe geschalteten kleinen Kapazität als Kippkapazität vorgesehen.

Ausführung des Gerätes und Ergebnisse.

Die Innenansicht eines netzbetriebenen Röhren-Kippschwingungsgerätes für Hochfrequenzuntersuchungen, das unter anderem einen Röhrenaufwand von 5 kräftigen Endverstärkerröhren enthält, ist in Abb. 4 gezeigt. Abb. 5 gibt die Außenansicht des gleichen Gerätes. Mit diesem Gerät erzielte Hochfrequenzoszillogramme sind in den Abb. 6 bis 8 gebracht. Das Oszillogramm Abb. 8 beweist die Eignung der besprochenen Schaltung für Hochfrequenzuntersuchungen, denn der Kurvenverlauf der hier

4) Vgl. M. v. Ardenne, Fernsehen 3 (1932) S. 212.

5) L. H. Bedford u. O. S. Puckle, J. Instn. elektr. Engr. 75 (1934) S. 63.

untersuchten Frequenz von $3 \cdot 10^6$ Hz ist in allen Einzelheiten erkennbar. Trotz des hohen Frequenzunterteilungsverhältnisses von 1 : 11 ist das völlig unretuschiert gebliebene Oszillogramm scharf gezeichnet. Der Rücklauf beansprucht bei der Messung Abb. 8 die Zeit von nur $0{,}5 \cdot 10^{-6}$ s, d. h. etwa 15 % der Kipperiode.

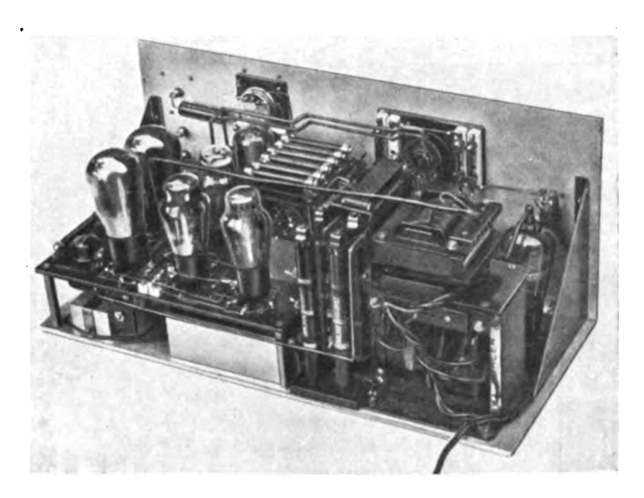


Abb. 4. Innenansicht des neuen Röhren-Kippschwingungsgerätes.

Die übrigen mit dem besprochenen Gerät erzielten Ergebnisse sind folgende:

Höchste Kippfrequenz 500 000 Hz,
kleinste Kippfrequenz 20 Hz,
höchste Frequenzunterteilung 1 : 12 bis 1 : 15,
Rücklaufzeit bei höchster Kippfrequenz 15 bis 20 %,
höchste Kippamplitude 1600 V,
höchste Kippgeschwindigkeit $2 \cdot 10^8$ V/s.

Unter der berechtigten Annahme, daß mit einem neuzeitlichen Hochvakuum-Elektronenstrahlrohr noch Spannungsänderungen von 2 V im Oszillogramm sich bemerkbar



Abb. 5. Außenansicht des Instrumentes mit den Regelgriffen für die Kippfrequenz, Kippamplituden-Einstellung, Synchronisierzwang-Einstellung und Mittelwert-Einstellung.

machen, folgt, daß Zeiten von 10^{-8} s abgelesen werden können. Da eine stabile Synchronisierung noch bei Frequenzunterteilungen von 1 : 12 gelingt, können mit dem besprochenen Gerät oszillographische Kurvenformuntersuchungen an Hochfrequenzen bis zu $6 \cdot 10^6$ Hz durchgeführt werden.

Die besprochene Einheit ermöglicht insbesondere in Verbindung mit einem kürzlich vom Verfasser beschriebenen Oszillographenverstärker[6]) die verschiedenartigsten oszillographischen Untersuchungen im Hochfrequenzgebiet, u. a. Messungen über Einschwingvorgänge an Fernsehsendern und -empfängern, Untersuchungen von Kurzzeitechos bei Ausbreitungsvorgängen usw. Auch für die Untersuchung einmaliger Vorgänge ist die besprochene Anordnung ein brauchbares Hilfsmittel, da die Leuchtfleckhelligkeit bei neuzeitlichen Röhren und Anodenspannungen von 4000 bis 7000 V durchaus genügt, um auch bei einmaligem Durchlauf und Schreibgeschwindigkeiten von

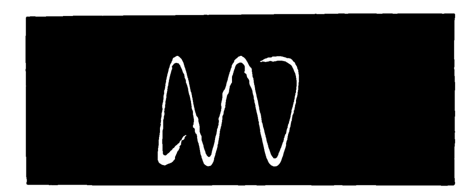


Abb. 6. Oszillogramm bei einer Kippfrequenz von 330 000 Hz.



Abb. 7. Hochfrequenzschwingung von 10^6 Hz.

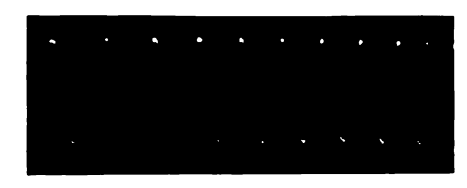


Abb. 8. Spannung eines Hochfrequenzsenders für $3 \cdot 10^6$ Hz.

über 1000 km/s einen ausreichenden Eindruck im menschlichen Auge zu hinterlassen, wenn die überstrahlenden Teile im Oszillogramm abgedunkelt werden.

Zusammenfassung.

Ein Kippschwingungsgerät mit Hochvakuumröhren wird beschrieben, das Kippfrequenzen bis zu 500 000 Hz bei ausreichend kleiner Rückkippzeit zu erreichen gestattet. Da eine stabile Synchronisierung noch bei Frequenzunterteilungen von 1 : 12 gelingt, können mit dem neuen Zeitablenkgerät oszillographische Kurvenformuntersuchungen an Hochfrequenzen bis zu $6 \cdot 10^6$ Hz durchgeführt werden. Zeiten von 10^{-8} s können bei Anwendung normaler Hochvakuum-Elektronenstrahlröhren im Oszillogramm noch abgelesen werden.

6) M. v. Ardenne, ETZ 56 (1935) H. 44, S. 1195.

Schutz der Bremsmagnete elektrischer Förderhaspel.

621. 316. 925. 44 : 621. 318. 3-59

Um die Bremsmagnete elektrischer Förderhaspel vor Überlastung zu schützen, wurden auf verschiedenen Zechen neue Schutzgeräte eingeführt, die mit Bimetallauslöser unter Vorschaltung von Schutzwandlern arbeiten[1]). Sie entsprechen den schwierigen Anforderungen, die durch die Eigentümlichkeiten der Bremsmagnete gestellt sind. Im Augenblick des Einschaltens müssen diese den etwa 60fachen Strom aushalten, während nach Ablauf der Einschaltzeit die Wicklung nach der normalen Stromstärke zu schützen ist. *Sgm.*

1) Z. Berg-, Hütt. u. Sal.-Wes. 83 (1935) H. 2, S. 56.



Empfindliche Drehspul-Meßgeräte mit kurzer Einstelldauer.

Von H. Dallmann VDE, Berlin.

621. 317. 7. 082. 12

Übersicht. Ein allgemein gültiges Gesetz für die kleinste Einstelldauer von empfindlichen Drehspul-Meßgeräten wird abgeleitet[1]).

Drehspul-Meßgeräte werden als Starkstromgeräte in Gleichstromnetzen und als empfindliche Anzeige- oder Fallbügel-Schreibgeräte in Schwachstrom-Meßschaltungen in großem Umfange verwendet. Der Entwurf der Geräte für normale Verwendungszwecke wird im wesentlichen durch herstellungstechnische Gesichtspunkte bestimmt. Die Rücksichtnahme auf die Serienherstellung bedingt, daß das einzelne Gerät i. a. nicht die bestmöglichen Eigenschaften aufweist. Solange es sich um Geräte handelt, an die keine besonderen Anforderungen hinsichtlich des statischen oder dynamischen Verhaltens gestellt werden, ist dies ohne Bedeutung. Unter statischem Verhalten ist die Eigenschaft des beweglichen Systems verstanden, seine Sollage entgegen dem Reibungsmoment einzunehmen. Eine Untersuchung über die Auslegung der Wicklung mit Rücksicht auf die Einstellsicherheit ist hier kürzlich veröffentlicht worden[2]). Sie führte zu dem überraschend einfachen Ergebnis, daß — bei Zugrundelegung der heute herrschenden Ansicht über die Entstehung des Reibungsmomentes — das Gewicht der Wicklung gleich dem halben Gewicht der nicht aktiven Teile des beweglichen Systems auszuführen ist. Das dynamische Verhalten, das hier betrachtet werden soll, legt die Einstellgeschwindigkeit fest. Es ergibt sich wieder ein allgemein gültiges Gesetz, das unabhängig von den spezifischen Abmessungen des Meßgerätes die kleinstmögliche Einstellzeit lediglich in Abhängigkeit von einem Parameter angibt.

Drehspul-Meßgeräte mit kurzer Einstelldauer werden vor allem für Fallbügelschreiber benötigt. Bei diesen Geräten werden drei oder sechs Meßwerte nacheinander auf das Meßwerk geschaltet. Da erst dann geschrieben werden kann, wenn das Meßsystem sich eingestellt hat, so ist die Periode, mit der der einzelne Meßwert verzeichnet wird, mindestens gleich dem drei- oder sechsfachen Wert der Einstellzeit des Meßsystems. Um bei einem Sechsfachschreiber eine Schreibperiode von 1 min zu erhalten, muß somit die Einstellung des Meßsystems in 10 s sicher beendet sein. Die Erfüllung dieser Forderung bereitet Schwierigkeiten, wenn wegen der geringen zur Verfügung stehenden Leistung das Meßsystem nur ein sehr kleines Richtvermögen erhalten kann. Um die grundsätzlichen Zusammenhänge aufzudecken, wird daher in den folgenden Ableitungen die Einstelldauer in Beziehung zu der zur Verfügung stehenden elektrischen Leistung gesetzt.

Der Einstellvorgang ist ein Schwingungsvorgang. Er wird durch drei Kenngrößen des beweglichen Systems festgelegt: polares Trägheitsmoment Θ (gcms²), Richtvermögen D (gcm) und Dämpfungsgrad α. Davon sind Trägheitsmoment und Richtvermögen allgemein bekannte Ausdrücke. Der Dämpfungsgrad α ist eine Verhältniszahl. Er gibt das Verhältnis des Dämpfungsfaktors zu dem für den aperiodischen Grenzfall erforderlichen an. Als bekannt sei hingestellt, daß ein Dämpfungsgrad $\alpha = 0{,}85$ die geringste Beruhigungszeit t_b liefert[3]). Unter Beruhigungszeit ist die Zeit zu verstehen, die bis zur Erreichung des Sollausschlages bis auf 1 % verstreicht. Sie wird bei den rechnerischen Untersuchungen als Maß für die Einstelldauer angesehen.

Die Schaltung des Drehspulgerätes zeigt Abb. 1. Die äußere elektromotorische Kraft sei E, der gesamte Widerstand des Kreises R. Für die Dämpfung ist kein besonderer Kurzschlußrahmen vorgesehen. Der bei Bewegung des Rähmchens in der Wicklung induzierte Strom ist bei den am meisten interessierenden empfindlichen Systemen für die Dämpfung ausreichend. Bei dem günstigen Dämpfungsgrad $\alpha = 0{,}85$ beträgt die Beruhigungszeit[3])

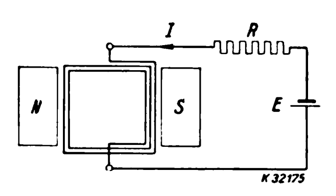


Abb. 1. Schaltung des Drehspulgerätes.

$$t_b = 4{,}7\sqrt{\frac{\Theta}{D}} \text{ Sekunden.} \tag{1}$$

Das Richtvermögen ist zahlenmäßig gleich dem Drehmoment, das der Meßstrom I bei dem Ausschlagwinkel 1 entwickelt. Es ist näherungsweise[4])

$$D = \frac{2}{\pi} F\,B\,w\,I_{90} \cdot 10^{-4} \text{ in gcm,} \tag{2}$$

wobei F die Rähmchenfläche in cm², B die Luftspaltinduktion in Gauß, w die Windungszahl und I_{90} den zum Ausschlagswinkel 90 ° gehörigen Strom in Ampere bezeichnen.

Um die Voraussetzung, daß der Dämpfungsgrad α den Wert 0,85 besitzt, in die Ableitung einfügen zu können, wird α in Beziehung zu den Festwerten des Systems gesetzt. Bei der Winkelgeschwindigkeit 1 entsteht in der Wicklung eine Spannung $F\,B\,w \cdot 10^{-8}$ Volt, die bei dem Schließungswiderstand R einen Strom $1/R \cdot F\,B\,w \cdot 10^{-8}$ Amp. und damit ein Dämpfungsmoment $1/R \cdot F^2 B^2 w^2 \cdot 10^{-12}$ gcm hervorruft. Da die Winkelgeschwindigkeit 1 vorausgesetzt war, ist dieser Ausdruck zahlenmäßig gleich dem Dämpfungsfaktor. Der Dämpfungsgrad ist somit:

$$\alpha = \frac{1/R \cdot F^2 B^2 w^2 \cdot 10^{-12}}{2\sqrt{D\,\Theta}}, \tag{3}$$

worin $2\sqrt{D\,\Theta}$ den Dämpfungsfaktor für den Fall des aperiodischen Grenzzustandes angibt. Die Zusammenfassung von Gl. (2) und (3) ergibt:

$$\alpha = \frac{\pi^2}{8} \cdot 10^{-4} \frac{1}{N_{90}} \sqrt{\frac{D^3}{\Theta}} \tag{4a}$$

oder

$$D = \sqrt[3]{\frac{64}{\pi^4} \cdot 10^8 \alpha^2 \Theta N_{90}^2} \text{ in gcm.} \tag{4b}$$

Dabei ist $N_{90} = I_{90}^2 R$ die elektrische Leistung in Watt im Gesamtkreise bei einem Ausschlag von 90 °. Für $\alpha = 0{,}85$ wird

$$D \approx \sqrt[3]{50 \cdot 10^6 \Theta N_{90}^2} \text{ in gcm.} \tag{4c}$$

Die Endformel für t_b ergibt sich schließlich durch Einsetzen des Ausdruckes für D nach Gl. (4 c) in (1):

$$t_b \approx 0{,}25 \sqrt[3]{\frac{\Theta}{N_{90}}} \text{ Sekunden.} \tag{5a}$$

Hiermit ist die Zeit gefunden, die bis zur Einstellung des Systems auf 1 % des Endwertes verstreicht. Versuche an mehreren Geräten, bei denen der Dämpfungsgrad auf 0,85 gebracht war, haben die Richtigkeit der Formel bestätigt. Die Zeit t_b', die bis zur vollständigen Beruhigung

[1]) Mitteilung aus dem Meßtechnischen Laboratorium der AEG.
[2]) ETZ 56 (1935) H. 14, S. 400.
[3]) Arch. techn. Messen (1932) Blatt J 014—1 u. folg.
[4]) Die Gleichung ist aus dem Grundgesetz über die auf einen im Magnetfeld befindlichen Leiter ausgeübte Kraft leicht abzuleiten.

vergeht, ist nach Beobachtungen an ausgeführten Geräten um etwa 50 % größer:

$$t_b' \approx 0{,}4 \sqrt[3]{\frac{\Theta}{N_{90}}} \text{ Sekunden.} \qquad (5\,b)$$

Die Gl. (5) lassen die grundsätzlichen Zusammenhänge erkennen. Maßgebend für die Einstelldauer ist die zur Verfügung stehende Leistung im Verhältnis zum Trägheitsmoment. Ohne Einfluß sind die Abmessungen des Rähmchens, die Luftspaltinduktion, die Windungszahl, das Drahtmetall u. dgl. Ob das Gerät für die kleinstmögliche Beruhigungszeit auszuführen ist, hängt natürlich von diesen Größen ab, da sie die Einstellsicherheit bestimmen. Die Einstelldauer ändert sich mit der dritten Wurzel aus dem Verhältnis Θ/N_{90}. Eine Zunahme von Θ oder eine Abnahme von N_{90} um 100 % setzt die Beruhigungszeit nur um 26 % herauf. In Abb. 2 ist die Gl. (5 a) bildlich dargestellt.

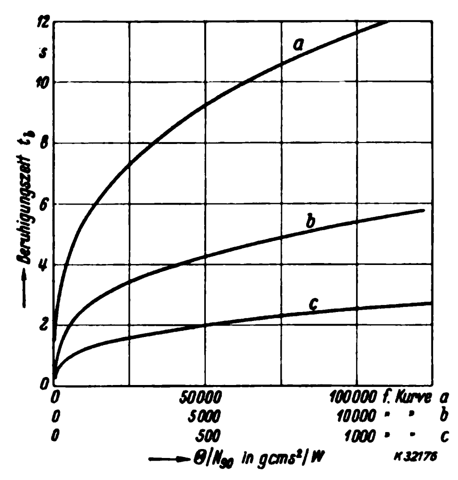


Abb. 2. Die kleinstmögliche Beruhigungszeit t_b in Abhängigkeit vom Verhältnis des Trägheitsmoments zur elektrischen Leistung, Θ/N_{90}.

Zur Verringerung des Gewichtes und des Trägheitsmomentes werden die Rähmchen der empfindlichen Systeme „frei gewickelt". Hierbei wird die Wicklung unter Fortlassung des Tragkörpers auf einen Vorrichtungskern aufgebracht, mit Lack getränkt, gepreßt und getrocknet. Bei richtiger Arbeitsführung zeichnet sich das fertige Rähmchen durch sehr geringes Gewicht und große mechanische Festigkeit aus. Abb. 3 zeigt einen Schnitt durch

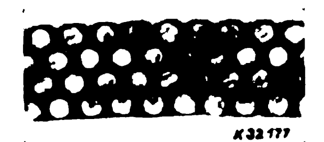


Abb. 3. Schnitt durch ein frei gewickeltes Rähmchen (20fach vergrößert).

ein solches Rähmchen in 20facher Vergrößerung. Die Wicklung besteht aus vier Lagen Aluminiumdraht 0,12 mm Dmr. mit doppelter Seidenisolation. Aus der Abbildung ist zu erkennen, daß zwischen den Drähten nur sehr kleine Toträume liegen, die mit Lack gefüllt sind. Diese Spuren von Lack genügen, um dem Rähmchen einen festen Halt zu geben. Als Folge des geringen Aufwandes an Bindemittel ist das Gewicht des fertigen Rähmchens nur um wenig größer als das Gewicht des für die Wicklung verarbeiteten Drahtes.

An einem **Zahlenbeispiel** sei noch die Benutzung der abgeleiteten Formeln erläutert. Ein Fallbügelschreiber mit einem Ausschlagswinkel von 60° soll für die Messung einer Thermospannung von 15 mV und einen Gesamtwiderstand von 500 Ω ausgelegt werden. Da der Wickelraum als gegeben betrachtet werden kann, liegt das Trägheitsmoment fest; es betrage $\Theta = 0{,}015$ gcms². Die elektrische Leistung, umgerechnet auf 90° Ausschlag, ist $N_{90} \approx 10^{-6}$ W, das Verhältnis Θ zu N_{90} demnach 15 000. Dies ergibt nach Abb. 2 eine Beruhigungszeit von 6,2 s, wenn das System für das sich aus der Gl. (4 c) ergebende Richtvermögen $D = 0{,}009$ gcm ausgelegt wird. Die Zeit bis zur Erreichung der Endlage beträgt nach Gl. (5 b) etwa 10 s. Aus dem Beispiel ist ersichtlich, daß entsprechend der einfachen Form der Gl. (5) die einzelnen konstruktiven Abmessungen bei der Berechnung der geringsten Einstelldauer nicht bekannt zu sein brauchen.

Zusammenfassung.

Maßgebend für die erreichbare kürzeste Einstelldauer ist lediglich das Verhältnis von Trägheitsmoment des beweglichen Systems zu der zur Verfügung stehenden elektrischen Leistung. Die kleinstmögliche Beruhigungszeit ist der dritten Wurzel aus diesem Verhältnis proportional. Die Anwendung der abgeleiteten Gesetze wird an einem Zahlenbeispiel gezeigt.

Die Anwendung von Axiallüftern zur Kühlung elektrischer Maschinen.

621. 313. 1-712. 3

Unter Zuhilfenahme zahlreicher Versuche bespricht R. Poole[1]) die Anwendung von Axiallüftern zur Kühlung elektrischer Maschinen. Von der aerodynamischen Theorie ausgehend, behandelt der Verfasser zunächst Wirkungsweise und Verlustursachen der Axiallüfter. Dann geht er auf die Suche nach einer wirtschaftlichen Flügelform und kommt zu dem Ergebnis, daß ein Lüfterflügel mit einem Flügelquerschnitt von etwa 1 : 10 den üblichen flachen Blechflügeln weit überlegen ist. Beim Entwurf der Luftführung eines Generators darf man nicht so sehr auf den Wirkungsgrad des Lüfters als vielmehr auf den Gesamtwirkungsgrad der Luftführung sehen. Vermehrter Kraftaufwand für den Lüfter kann durch geringere Luftführungsverluste ausgeglichen werden. Für offene Maschinen werden verschiedene Anordnungen der Axiallüfter besprochen. Ein Führungsring, der den Lüfter eng umschließt, verhindert die Spitzenverluste und läßt Wirkungsgrade bis zu 80 % und mehr erreichen. Auch bei geschlossenen Maschinen ergibt ein Axiallüfter bessere Wirkungsgrade. Dabei ist aber zu beachten, daß die Schwierigkeiten der Anwendung von Schraubenlüftern wachsen, wenn die Flügelteilung klein ist, weil ein kleiner Fehler in der Winkelstellung schon einen großen Verlust an Leistung und Wirkungsgrad ergibt, oder wenn mit Rücksicht auf hohen Druck die Flügelzahl groß gemacht werden muß. Förderung und Wirkungsgrad werden erheblich verbessert, wenn in der Lufthose vor dem Lüfter konzentrische und radiale Leitbleche angeordnet werden. Die Wirkungsweise dieser Leitbleche wird an Hand der Theorie erläutert. Bei der Läuferbelüftung entstehen Verluste dadurch, daß die axial aus dem Lüfter strömende Luft erst in Drehung versetzt werden muß. Poole hat hierfür einen Sonderlüfter entworfen, der sehr viele Schaufeln hat, die nur einen kleinen Winkel mit der Welle bilden. Dieser „Größtumlaufslüfter" erteilt der Luft gleichzeitig eine große Umlaufsgeschwindigkeit, so daß die Verluste beim Eintritt in die Luftschlitze des Läufers gering werden. Wenn man Lüfter mit gesondertem Antrieb vorsieht, empfiehlt der Verfasser, statt eines zwei Lüfter mit getrennten Motoren anzuordnen, von denen jeder die Hälfte der erforderlichen Luftmenge liefert. Bei kleiner Belastung kann der Lüfter stillgesetzt und abgedeckt werden. Bei dieser Anordnung ist es zweckmäßig, die Lüfter nicht wie bisher parallel, sondern hintereinander zu schalten. Jeder Lüfter braucht dann nur für die Hälfte des erforderlichen Druckes entworfen zu werden, was geringere Druckverluste ergibt. Ferner vereinfacht sich die Luftführung, da beim Arbeiten mit einem Lüfter der andere nicht abgedeckt zu werden braucht. Eine weitere Erhöhung des Wirkungsgrades ergibt sich, wenn man beide Lüfter in entgegengesetzter Richtung laufen läßt. Selbst wenn dann der eine stillgesetzt wird, wirkt er noch als Leitschaufel für den anderen, so daß auch in diesem Falle noch eine Verbesserung der Wirkung eintritt. Zum Schluß werden noch Versuche zur Luftkühlung von Transformatoren in Aussicht gestellt. *Wkr.*

[1]) R. Poole, J. Instn. electr. Engr. 77 (1935) S. 293.

Prüfung und Genauigkeit thermischer Auslöser (Motorschutzauslöser).

Von Ober-Ing. **Herbert Franken** VDE, Köln.

621. 316. 925. 44

Übersicht. In der Arbeit werden die Fehlerquellen thermischer Auslöser (Motorschutzauslöser) behandelt, insbesondere soweit sie die jetzt meist gebräuchliche Form betreffen, bei der mehrere Auslöser auf ein gemeinsames Auslöseglied einwirken. Zum Schluß werden die Einflüsse auf die hauptsächlich gebräuchlichen Auslöser und Einstellungsarten genauer untersucht.

Das Wesen des Motorschutzes und die möglichen abnormen Zustände insbesondere des Drehstrommotors sind im Schrifttum bereits ausgiebig behandelt[1]). Eine häufig gestellte Frage — die nach der Genauigkeit der Auslöser — ist bisher aber noch ungeklärt. Die Genauigkeit der Auslöser ist in erster Linie durch die Höhe des Grenzstromes bedingt, das ist derjenige Strom, bei dem auch nach länger dauernder Belastung Abschaltung eintritt. Wird der Grenzstrom unterschritten, bleibt der Schalter in Betrieb. Dieser Wert und seine Gleichhaltung sind für den Schutzwert des Gerätes ausschlaggebend. Der Motor darf eine gewisse Betriebstemperatur nicht überschreiten. Hierfür ist in erster Linie die Höhe der die Wicklung dauernd durchfließenden Stromstärke maßgebend. Weniger wichtig ist die genaue Einhaltung bestimmter Auslösezeiten bei höheren Überlastungen. In der Praxis werden diese beiden Begriffe häufig miteinander verwechselt. Kleine Unterschiede in den Auslösezeiten werden als Zeichen eines ungenauen Auslösegliedes gewertet. Solche Unterschiede können insbesondere auftreten, wenn der Grenzstrom nur um ganz geringe Beträge überschritten wird. Die Auslösekurve verläuft asymptotisch zum Grenzstrom. Bei kleinen Schwankungen der Stromstärke oberhalb des Grenzstromes ändern sich die Auslösezeiten ganz beträchtlich, das hat aber mit der Schutzwirkung nicht das geringste zu tun. Selbstverständlich muß der Grenzstrom dem Motornennstrom durch Regeleinrichtungen weitgehend anpassungsfähig sein. Die Genauigkeit des Auslösers selbst ist natürlich auch durch die Regelglieder bedingt.

Erste Voraussetzung für einen genau wirkenden Auslöser ist selbstverständlich eine Bauweise und Herstellung, die alle Totgänge, die die Wirkungsweise beeinträchtigen, ausschließt und für stets gleichbleibende Klinkenüberdeckung, Hebelübersetzung u. dgl. sorgt. Von derartigen selbstverständlichen Dingen soll hier nicht weiter die Rede sein. Es genügt aber nicht, thermische Auslöser herzustellen. Viel wichtiger ist ihre E i c h u n g, die mehr Zeit und Geld erfordert als ihre Herstellung. Bei dem heutigen Stand der Technik ist es wohl nicht möglich, die Eichung durch eine Maßüberwachung zu ersetzen. Die Zahl der Faktoren, die bei den fast nur verwandten thermischen Auslösern den Auslöseweg und damit die Eichung bedingen, ist zu groß, als daß man sich darauf verlassen könnte, daß sie alle einen einmal vorher bestimmten Wert aufweisen. Hierhin gehören neben den unvermeidlichen kleinen mechanischen Unterschieden vor allen Dingen der spezifische Widerstand der Heizwicklungen und der Abstrahlungskoeffizient des eigentlichen Wärmeelementes. Besonders schwierig ist die Eichung bei der jetzt vorzugsweise verwandten Anordnung, bei der sämtliche Phasen des Schutzauslösers mit einem gemeinsamen Unterbrecherkontakt bzw. einer einzigen Klinke ausgerüstet sind. Hierbei ist es notwendig, die drei Phasen eines Schutzauslösers nacheinander zu eichen, denn jede Phase muß mit den Auslöseelementen im richtigen Eingriff sein. Es genügt nicht, wie häufig bei oberflächlicher Betrachtung angenommen, auf allen drei Phasen gleichzeitig zu eichen und festzustellen, ob die Auslösewerte innerhalb der VDE-Grenze liegen.

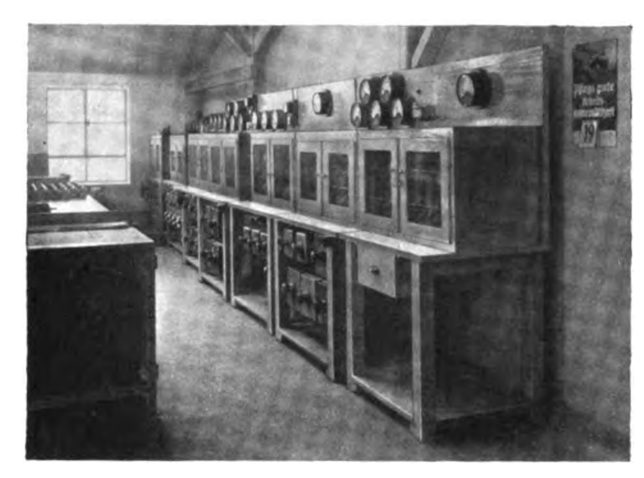


Abb. 1. Prüfstände für die Eichung von Motorschutzauslösern.

Bei diesen Eichungen muß darauf geachtet werden, daß die Temperaturverhältnisse genau den später im Schaltgerät herrschenden entsprechen. Man kann sich die Aufgabe natürlich bequem machen, indem man die Eichung unmittelbar im Gerät selbst vornimmt. Die Einzelabdeckungen erschweren dann jedoch die Eicharbeit ganz bedeutend. Bei den Bauarten, bei denen das thermische Element vom eigentlichen Schalter getrennt ist, besteht die Möglichkeit, die Auslöser in großen Schränken getrennt von dem Schaltgerät selbst zu eichen und dabei die Temperatur der Luft innerhalb der Schränke genau auf dem Wert zu halten, der sich bei dem fertigen Schaltgerät im Innern einstellt. Man könnte meinen, daß diese Art der Eichung mit Fehlern behaftet ist, weil erst auf Umwegen die Verhältnisse des fertigen Gerätes hergestellt werden müssen. Das ist leider aber auch dann notwendig, wenn man in dem fertigen Gerät einzelne Phasen prüft; denn der Grenzstrom einer einzelnen Phase liegt bei allen Bauarten höher als der des dreiphasigen gleichmäßig belasteten Auslösers. Man muß diesen Unterschied durch besondere Versuche, also auch dann feststellen, wenn die Eichung im Schaltgerät selbst bei gewöhnlicher Abdeckung vorgenommen wird.

Die Abb. 1 zeigt eine Reihe von Prüfständen für die Eichung der Relais. Die Schränke besitzen selbsttätige Temperaturregeleinrichtungen, Klemmvorrichtungen für die einzelnen Auslöser und zu jedem Auslöser eine Signallampe. Einen Blick in einen Prüfschrank zeigt Abb. 2. Die Auslöser werden mittels der Handhebel auf federnde Kontakte aufgedrückt, im Vordergrunde befinden sich Signallampen. In jedem einzelnen Schrank können gleichzeitig 32 bis 64 Auslöser geprüft werden. Die Durchgangszeit eines dreiphasigen Auslösers beläuft sich auf ungefähr 5 bis 6 h. Zunächst wird mit einer bestimmten Stromstärke angeheizt. Da das Gesamtrelais noch kalt ist, aber große Genauigkeit anzustreben ist, dauert das Anheizen verhältnismäßig sehr lange, und zwar etwa ¾ h. Dann haben die Hebel des Elementes ihre Grenzlage erreicht. Nun werden

[1]) Zum Beispiel: H. F r a n k e n,
Motorschutzschalter für Sonderzwecke, ETZ 50 (1929) S. 20.
Schutz von Motoren hinter Transformatoren in Zickzackschaltung, ETZ 51 (1930) S. 176.
Das Verhalten d. Drehstrommotoren bei einphas. Lauf, Elektrotechn. u. Maschinenb. 47 (1929) S. 1127.
Motorschutz u. Leitungsschutz, Elektrotechn. u. Maschinenb. 48 (1930) S. 813.
Motorschutzfragen, Elektrotechn. u. Maschinenb. 48 (1930) S. 181; 51 (1933) S. 105 u. 120.

die Stellschrauben der betreffenden Phase so eingestellt, daß beispielsweise der Kontakt, der bei der Eichung anstatt der Schützenspule eine Signallampe steuert, sich eben öffnet. Darauf wird geprüft: Bei einem 1 bis 2 % höheren Strom müssen sämtliche Lampen erlöschen, bei einem 1 bis 2 % niedrigeren Strom müssen sie wieder brennen. Diese Prüfung wird wiederholt. Wenn auch beim zweitenmal

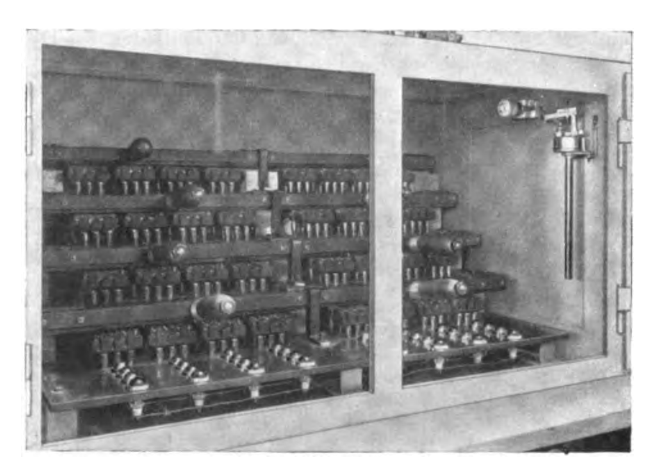


Abb. 2. Innenansicht eines Prüfstandes. Mit den vorn sichtbaren Handgriffen werden die Relais auf federnde Kontakte gedrückt; ganz im Vordergrund Signallampen.

kein Relais mehr versagt, dann wird durch einen gemeinsamen Schalter bei allen Auslösern eine andere Phase eingeschaltet. Der Vorgang wiederholt sich hierbei genau wie vorhin, nur daß die Anheizzeit etwas abgekürzt werden kann, weil mittlerweile das Relais als Ganzes schon eine gewisse Grundtemperatur angenommen hat. Ein solches Prüfdiagramm zeigt Abb. 3.

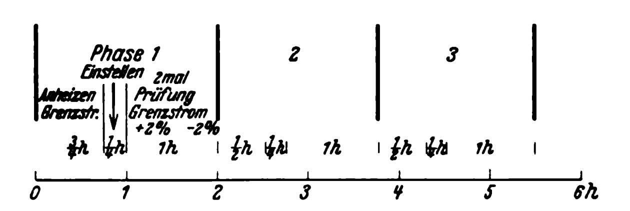


Abb. 3. Zeit-Prüfdiagramm für dreiphasige Motorschutzauslöser mit für alle 3 Phasen gemeinsamem Öffnungskontakt.

Es ist also im allgemeinen nicht möglich, ein genau geeichtes Relais ohne weiteres in ein vollständig anders geartetes Gehäuse einzubauen. Es werden sich hierbei immer mehr oder weniger große Fehler ergeben. Auch ist die Schutzwirkung von der ordnungsgemäßen Kapselung, also z. B. gutem Verschluß des gedichteten Gehäuses, abhängig. Auslöser mit hohen Oberflächentemperaturen, wie z. B. Dehnungsbänder, sind in diesem Punkt weniger empfindlich. Bis zu einem gewissen Maß kann die letztere Schwierigkeit durch Kompensationseinrichtungen beseitigt werden.

Bei Auslösern mit weitgehender Feinverstellung, d. h. also mit großen Skalen, die ein Regeln des Grenzstromes durch Verändern der Schaltwege ermöglichen, muß auch noch die Genauigkeit der Skala selbst geprüft werden. Meistens wird man bei solchen Auslösern wohl nach dem Mittelwert der Skala eichen und die Nachprüfung (s. Abb. 3) bei den Grenzwerten vornehmen. Die Skala ist aus den gleichen Gründen, die oben für die Schwierigkeit einer Eichung durch reine Maßabgleichung angegeben wurden, mit Fehlern behaftet. Veränderung der Wärmeabstrahlungsziffer, kleine Änderungen im spezifischen Widerstand oder bei Bimetall im Elastizitätsmodul u. dgl. ändern den Gesamtweg des Auslösers bei einer bestimmten Stromstärke und dementsprechend auch die Größe der Teilabschnitte, die die Verstellvorrichtung bedingt. Bei Auslösern, die durch Nebenschlüsse eine Grobeinstellung ermöglichen, müssen natürlich außer den vorbeschriebenen Eichungen noch die Widerstände der Auslöseelemente und ihrer Nebenschlüsse genau abgeglichen werden.

Nun soll man aber nicht meinen, daß durch eine noch so genaue Eichung, deren Kosten nebenbei bemerkt sehr leicht den Werkstoff- und Arbeitswert des Auslöseelementes selbst überschreiten, die Genauigkeit des Auslösers endgültig bestimmt sei. Zu all diesen Prüfungen treten noch Fehler, die durch die Prüfung selbst nicht mehr beeinflußt werden können, die teilweise durch das Prinzip der Auslösung und auf der anderen Seite durch bauliche Maßnahmen bedingt sind. Diese Dinge wirken sich in erster Linie durch einen Unterschied im Grenzstrom zwischen einphasiger und mehrphasiger Belastung aus. Die VDE-Leitsätze[2]) geben an, daß der Grenzstrom zwischen 105 und 120 % Motornennstrom liegen soll. Man wird also im allgemeinen die oben beschriebenen Eichungen wohl auf etwa 110 % beziehen, um noch einen gewissen Spielraum innerhalb der VDE-Grenze zu haben. Dabei ist es zweckmäßig, mehr an der unteren Grenze zu bleiben als an der oberen, denn 120 % Nennstrom bedingen schon fast 1,5fache Motor-Normaltemperatur. Ist der Auslöser nur zweiphasig oder einphasig belastet, dann steigt erfahrungsgemäß der Grenzstrom nicht unbedeutend an. Ein gewisser Anstieg wird wohl manchmal zulässig sein; denn bei einer Unterbrechung der Zuleitung zu einer Phase ist auch ein Teil des Motors stromlos und die zulässige Wärmeentwicklung der übrigen Wicklungsteile ist etwas größer.

Sehr häufig treten aber auch neue Verlustquellen auf, die eine Erhöhung des Grenzstromes ausschließen, z. B. bei manchen Drehstrom-Kurzschlußläufermotoren in Sonderbauart[3]). Es sind hauptsächlich zwei Faktoren, die diesen Fehler hervorrufen, der natürlich nur in einem verhältnismäßig bescheidenen Rahmen liegen darf. Er wird einmal bedingt durch die Unterschiede in der Gehäusetemperatur. Wenn ein thermischer Auslöser vom Strom durchflossen wird, nimmt er eine seinen Verlusten entsprechende Übertemperatur gegenüber der umgebenden Luft an. Die Wärmeabfuhr des Gehäuses bedingt eine bestimmte Lufttemperatur. Der Gesamtweg, den das Auslöseelement zurücklegt, ist bedingt durch seine Übertemperatur und die Temperatur der umgebenden Luft. Wird nur ein Element eines dreiphasigen Auslösers geheizt, dann geht die Übertemperatur der umgebenden Luft auf etwa ein Drittel zurück. Dadurch ist der erste Stromfehler bedingt. Der zweite Fehler wird durch mechanische Verformungen hervorgerufen. Das Bimetall, oder bei anderen Auslöseelementen der Übersetzungshebel, steht in irgendeiner Weise mit dem Kontakt bzw. der Klinke in Verbindung. In dem Augenblick, in dem es durch die Kontaktkräfte beansprucht wird, treten im ganzen Übertragungsmechanismus bzw. im Bimetallstreifen selbst Kräfte auf, die Verformungen zur Folge haben. Diese Verformungen verkürzen den Wärmeweg des Auslöseelementes, sind also zunächst nur als Verluste zu buchen. Das nur einphasig eingreifende Relais muß nun die vollen Kräfte auf sich nehmen, während das dreiphasig angreifende je Phase nur ein Drittel zu tragen hat. Die Verkürzung des Weges ist also beim einphasigen größer als beim dreiphasigen.

(Schluß folgt.)

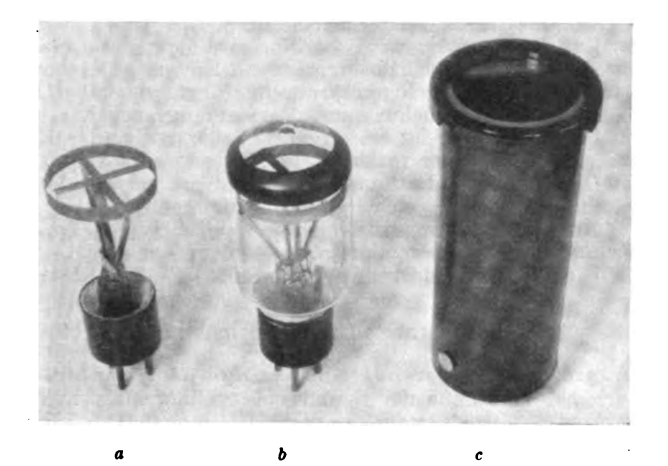
[2]) VDE 0665/1930.
[3]) Elektrotechn. u. Maschinenb. 51 (1933) S. 105; 47 (1929) S. 1127.



RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 327. 5 : 621. 316. 5 : 621. 398 **Glimmlampen-Schalterstellungzeiger.** — Die Glimmlampe läßt sich in einfacher Weise als Schalterstellungszeiger ausbilden, der gegenüber den bekannten elektromagnetischen Geräten mit mechanischen Systemen manche Vorteile hat. Der Verbrauch ist gering, und es besteht keine Gefahr des Hängenbleibens oder des Brummens bei Wechselstrombetrieb. Die Lampe hat eine neutrale Ring- und zwei sich senkrecht kreuzende Stabelektroden für die Anzeige der Schalterstellung (Abb. 1). Bei Verwendung mit Gleichstrom



a b c

a Elektroden mit Sockel b fertige Lampe c vollständiges Gerät

Abb. 1. Schalterstellungs-Glimmlampe.

leuchtet nur eine der beiden Stabelektroden, bei Verwendung mit Wechselstrom eine Stabelektrode und die Ringelektrode. Bei Leitungsunterbrechung oder Störung leuchtet keine der Elektroden. Es wird also Ein- und Ausstellung sowie Störung eindeutig gekennzeichnet. Durch verschiedene Gasfüllung können Leistungsschalter und Trennschalter oder Schalter verschiedener Sammelschienensysteme unterschieden werden. P. M. Pflier.

Leitungen.

621. 315. 213. 011. 4 **Die maximale Feldstärke und die Kapazität der Drehstromkabel.** — Die Arbeit behandelt das Problem des ebenen elektrostatischen Feldes im Drehstromkabel mit homogenem Isolierstoff und kreiszylindrischen Leiteroberflächen. Die Lösung der Aufgabe beruht auf einem von E. Trefftz angegebenen Verfahren, das in etwas anderer Form auch von R. Liebold in seiner Dissertation[1]) verwendet wird. Durch Einführung geeigneter Koordinaten wird der Kabelquerschnitt derart abgebildet, daß das innerhalb des Bleimantels liegende Gebiet in die obere, das Kabeläußere in die untere Halbebene übergeht. In dieser neuen Ebene erfolgt der Ansatz für das Potential, die Bestimmung der im Potentialausdruck enthaltenen Konstanten sowie die Reihenentwicklung für die Feldstärke. Für die Zuordnung der Bildpunkte und für die Übertragung der Feldstärke in das Querschnittsbild des Kabels ergeben sich einfache Gleichungen. Für die potentialtheoretischen Untersuchungen genügt die Beschränkung auf den Sonderfall, daß der eine Leiter das Potential + 1, die beiden anderen und der Bleimantel das Potential 0 besitzen, da sich alle anderen Fälle beliebiger Leiterpotentiale auf den ersteren zurückführen lassen. Daraus ergibt sich auch die Möglichkeit, den zeitlichen Verlauf der Feldstärke an den Berandungen, insbesondere ihre zeitlich bedingten Höchstwerte zu berechnen. Hierbei interessieren wieder besonders die Punkte, an denen diese zeitlichen Höchstwerte ihren größten Betrag erreichen. Die allgemeinen Ableitungen werden durch Zahlenrechnungen auf einen größeren Bereich angewendet. Der Leiterhalbmesser wird von 5 bis 25 %, der Leitermittenhalbmesser von 40 bis 56% des Bleimantelinnenhalbmessers verändert. Die Feldstärkeberechnungen erstrecken sich einmal auf den normalen Betriebszustand, zweitens auf den Fall des einpoligen Erdschlusses. Für den normalen Betriebszustand wird folgendes Ergebnis erhalten: In dem untersuchten Bereich liegen die örtlichen Höchstwerte der zeitlichen Feldstärkemaxima an den der Kabelmitte und dem Bleimantel zunächstliegenden Punkten. Bei kleinem Mittenradius überwiegt die Feldstärke an der dem Kabelinnern zugekehrten Stelle. Bei großem Mittenradius sind die Verhältnisse gerade umgekehrt. Als Optimalfall wird daher für die einzelnen Leiterhalbmesser derjenige Mittenradius aufgesucht, bei dem beide Höchstwerte jeweils einander gleich sind, da dann das Feldstärkemaximum am kleinsten wird. Indem hierauf noch die Abhängigkeit vom Leiterradius untersucht wird, ergibt sich endlich der absolute Optimalfall. Für die nach VDE-Vorschrift bemessenen Kabel werden die Feldstärkehöchstwerte angegeben und in guter Übereinstimmung mit den Beträgen aus einer empirischen Formel gefunden, die von Atkinson[1]) auf Grund von Messungen am elektrolytischen Modell aufgestellt worden ist. Für den Fall des einphasigen Erdschlusses zeigt sich, daß in dem interessierenden Bereich die Höchstwerte der Feldstärke stets an dem dem Bleimantel zunächst liegenden Punkte auftreten. Die bei der Berechnung erhaltenen Teil- und Betriebskapazitäten werden mit den Werten verglichen, die sich aus den bekannten Näherungsformeln[2]) ergeben. Für wachsende Leiterhalbmesser steigen die Abweichungen der Teilkapazitäten stark an. Bei der Berechnung der Betriebskapazitäten heben sich die Fehler nahezu auf, so daß sich eine sehr gute Annäherung ergibt. [F. Böttcher, Diss. T. H. Dresden 1933; Z. angew. Math. Mech. 14 (1934) S. 295.] *Sb.*

[1]) R. Liebold, Diss. T. H. Dresden 1931.

621. 315. 22 : 621. 315. 176 **Selbsttragende Luftkabel.** — Seit einer Reihe von Jahren werden im Fernmeldebetrieb von Kraftwerken selbsttragende Luftkabel für große Spannweiten verwendet, deren tragende Teile mit dem dazugehörigen Bauzeug entsprechend der Beanspruchung stark bemessen sind. Neuerdings werden solche Kabel auch bei der Deutschen Reichspost erprobt. Für die hier vorkommenden geringen Spannweiten sind einfachere Bauarten entwickelt worden. Der Aufbau dieser selbsttragenden Luftkabel entspricht bis zum Bleimantel dem der gewöhnlichen blanken Röhrenkabel. Bei einem Kabel wird auf den Bleimantel ein Polster aus Masse, Papier und Nesselband und darüber bei einem Gesamtdurchmesser des Kabels von mehr als 20 mm ein verzinktes Stahlband von etwa 15 mm Breite und 0,35 mm Dicke in offenen Schraubenwindungen aufgebracht. Unmittelbar auf diesem Stahlband wird eine Bewehrung aus verzinkten Stahlrunddrähten von 2 bis 3 mm Dicke mit einer Festigkeit von 40 kg/mm^2 angeordnet. Diese Drähte dienen als Tragorgane und nehmen den vollen Kabelzug auf. Bei einem anderen Kabel wird auf den Bleimantel ein aus zwei Lagen bestehender Compound-Teerpapier-Belag und darüber die als Tragorgan dienende Bewehrung aus verzinkten Stahlrunddrähten von 1,4 bis 2,7 mm Dicke mit einer Festigkeit von 70 kg/mm^2 aufgebracht. Über die Bewehrung ist eine Gegenspirale in Form eines verzinkten Stahlbandes von 10 mm Breite und 0,4 mm Dicke in weiten Schlägen um die Bewehrung gewickelt, um die Drähte in ihrer Lage auch bei der Verlegung fest zusammenzuhalten. Das selbsttragende Luftkabel wird an den Stangen mit Tragklemmen befestigt, nachdem es vorher über Gleitrollen ausgezogen worden ist. Diese Bauweise ist bei einer Ausführungsform dadurch vereinfacht, daß die Gleitrollen mit einem Klemmstück und Druckschrauben ausgebildet werden, durch die

[1]) R. W. Atkinson, Proc. Amer. Inst. electr. Engr. 38 (1919) S. 815; ETZ 42 (1921) S. 108.
[2]) ETZ 25 (1904) S. 106.



das Kabel nach dem Ausziehen festgeklemmt wird. Für die Verbindung zweier Kabelenden werden zugfeste Verbindungsmuffen verwendet und für das Abspannen besondere Abspannklemmen. Der Einbau ist einfach und geht wesentlich schneller vonstatten als beim Luftkabel mit Tragseil; so wurden für die Verlegung eines 20paar. Kabels von 1 km Länge einschließlich aller Nebenarbeiten bei Verwendung von Tragrollen 72 Arbeitsstunden, bei Tragklemmen 95 Arbeitsstunden, dagegen für das Tragseil-Luftkabel 205 Arbeitsstunden ermittelt. Als Vorteile wurden weiter festgestellt, daß die Spannweiten wesentlich größer gewählt werden können, und die Linienführung durch Abschneiden von Winkelpunkten usw. verbessert werden kann. Ein Kostenvergleich für 1 km 20paar. 0,8 mm-Kabel ergibt für das selbsttragende Luftkabel 24 % mehr als für ein Tragseil-Luftkabel, dagegen 60 % weniger als für ein Erdkabel gleicher Art. Für die gebräuchlichsten Kabelarten liegen die Gesamtkosten für selbsttragende Luftkabel im Durchschnitt um 28 % höher als beim Tragseil-Luftkabel. Diese Mehrkosten werden jedoch mit der Zeit durch die Einsparung an Unterhaltungskosten und durch die längere Lebensdauer ausgeglichen werden, weil selbsttragende Luftkabel gegen chemische und mechanische Einwirkungen widerstandsfähiger sind als Tragseil-Luftkabel und im allgemeinen als störungssicher gelten können. Interkristalline Brüchigkeit des Bleimantels ist kaum zu befürchten, und Beschädigungen durch Ringeinschnitte und Schrotschüsse können nicht mehr vorkommen. Die Lebensdauer wird auf mindestens 30 Jahre veranschlagt. [B. Ulemann, Schwachstr.-Bau- u. Betriebstechn. 11 (1935) S. 59, 87, 101.] *Sb.*

Elektromaschinenbau.

621. 313-21 **Entwurf der Gehäuse großer elektrischer Maschinen.** — Die Kräfte, welche ein Gehäuse mechanisch beanspruchen und verformen, rühren her von der Schwerkraft, von dem magnetischen Feld und von äußeren mechanischen Ursachen, wie Seil- oder Riemenzug. Davon spielen diejenigen Kräfte magnetischen Ursprungs, welche aus Unsymmetrien des Luftspalts hervorgehen, weitaus die Hauptrolle. Bei Maschinen mit großem Luftspalt sind die Abmessungen des Querschnitts des Gehäuses durch die zulässsigen mechanischen Spannungen festgelegt, während die Verformungen im allgemeinen nicht von Bedeutung sind. Bei kleinem Luftspalt (Induktionsmaschinen) ist es dagegen gerade umgekehrt.

Bei der Beanspruchung durch die Schwerkraft ist zu unterscheiden, ob das Blechpaket mit Wicklung durch Schwalbenschwänze oder Bolzen am Gehäuse befestigt oder, wie bei kleinen Maschinen üblich, ohne Halteteile dieser Art in das Gehäuse hineingepreßt ist. Im ersten Fall ergibt der Plan der äußeren Kräfte einen gleichmäßig belasteten Ring; im zweiten Fall ist dazu noch eine Einzelkraft, in der Mittellinie am unteren Teil des Gehäuses angreifend, anzunehmen. Auf die Größe und Verteilung der Biegungsmomente in den Gehäusequerschnitten längs des Umfangs hat, wie Rechnungen und Kurvendarstellungen zeigen, der Abstand der Aufsitzfläche der Füße vom Gehäuserahmen einen wesentlichen Einfluß. Nach Angabe des Verfassers hat als erster Stone[1]) im Jahre 1927 dies für einen gleichmäßig belasteten Ring in einer strengen Rechnung berücksichtigt. Die Ergebnisse von Stone sind vom Verfasser in einer Reihe von Schaulinien dargestellt, die unmittelbar für die praktische Rechnung anwendbar sind. Eine ähnliche Lösung hat der Verfasser für einen Ring mit konzentrierter Last und äußeren Befestigungspunkten gefunden, die ebenfalls durch Kurvenscharen wiedergegeben ist. Letztere dienen als Grundlage bei der Bestimmung der Spannungen und Verformungen durch die magnetischen Kräfte.

Der einseitige magnetische Zug wächst mit der Verlagerung des Läufers nach einer nicht einfachen Gesetzmäßigkeit. Zur Beurteilung der mechanischen Stabilität (d. h. Sicherheit gegen Streifen des Läufers) der Maschinen mit kleinem Luftspalt ist es notwendig, den Verlauf dieser Kraft über der Verlagerungsstrecke von 0 bis 100 % des Luftspalts zu berechnen und ebenso die Kurve der mechanischen rückführenden Kraft. Bei dieser letzten Kurve ist eine gegebene ursprüngliche Verlagerung (Lagerspiel, Ungenauigkeit des Zusammenbaues) anzunehmen. Der Schnittpunkt beider Kurven ergibt dann die zu erwartende Verlagerung bei Betrieb.

Zur Nachprüfung der Festigkeits- und Elastizitätsrechnungen, die zum Teil auf nicht leicht übersehbaren Voraussetzungen ruhen, ist ein Versuch sehr erwünscht. Dazu läßt sich das spannungsoptische Verfahren (Photo-Elastic Test[1]) verwenden. Ein kleines Zellhornmuster des Gehäuses wird wirklichen Verhältnissen entsprechenden mechanischen Beanspruchungen unterworfen. Sowohl die Eigengewichtskräfte als auch die Kräfte magnetischen Ursprungs können durch eine geeignet entworfene Spannvorrichtung nachgebildet werden. Aus den verschiedenen Farbentönungen, die beim Hindurchtreten von polarisiertem Licht erscheinen, kann der Verlauf der Spannungslinien verfolgt und sogar auf die Größe der mechanischen Beanspruchungen geschlossen werden. Mit einer solchen Einrichtung ist es möglich, bei beliebiger Änderung der Kräfteverteilung unmittelbar die Rückwirkung auf die elastischen Spannungen in den verschiedenen Querschnitten zu beobachten. Einige solcher Bilder sind in farbigem Druck wiedergegeben.

Zur Erläuterung wird die Nachrechnung des Gehäuses eines großen Induktionsmotors mit Schwalbenschwanzbefestigung der Blechpakete durchgeführt und dabei zunächst die Beanspruchung und Verformung ermittelt, die aus dem Eigengewicht hervorgeht. Sodann wird der Einfluß eines einseitigen magnetischen Zuges verfolgt, der als eine konzentrierte Last aufgefaßt und in verschiedenen Durchmesserrichtungen wirkend angenommen wird.

Auf die Zusammenstellung der einschlägigen früheren Arbeiten sei besonders aufmerksam gemacht. [R. Poole, J, Instn. electr. Engr. 77 (1935) S. 176.] *Bdk.*

[1]) Trans. Amer. Soc. mech. Engr. 50 (1927) S. 57.

Apparate und Stromrichter.

621. 316. 722 **Ein neuer Spannungs-Kleinregler.** — Auch bei Vornahme der Spannungsregelung nicht nur in der Zentrale, sondern auch in den Verteilungspunkten können unerwünschte Spannungsabsenkungen nicht vermieden werden, da wirtschaftliche Gründe in der Regel eine Überbemessung der Leitungen verbieten. Eine einwandfreie Spannungsregelung kann nur am Verbrauchsort durch selbsttätige Regeleinrichtungen durchgeführt werden. Die Spannungsregelung am Verbrauchsort hat sich trotz augenscheinlicher Vorteile bis jetzt nur wenig eingeführt, da es hierfür an billigen Regeleinrichtungen für Leistungen von etwa 1 bis 10 kVA mangelt. Ein neuer selbsttätiger Spannungsregler scheint diesem Mangel zu begegnen. Er ist dadurch besonders bemerkenswert, daß das Spannungsrelais sich nicht nur auf die Messung der Netzspannung beschränkt, sondern gleichzeitig auch die Aufgabe des Steuermotors erfüllt. Dadurch konnten verschiedene, den Spannungsregler verteuernde Zusatzgeräte[2]), wie Hilfs-

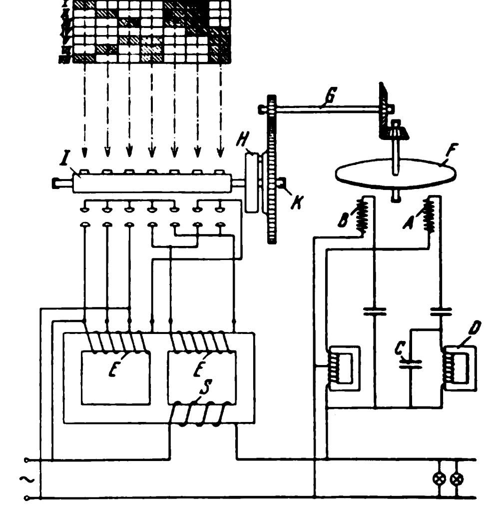


Abb. 2. Aufbau und Schaltung des Spannungsreglers.

[1]) Das Verfahren ist grundsätzlich schon sehr lange bekannt (Königsberg 1904). Eine gute Darstellung von G. Mesmer, Göttingen, findet sich in der Z.VDI. 72 (1928) S. 951. — Der Berichter.

[2]) Vgl. Sporn, Elektrotechn. u. Maschinenb. 52 (1934) S. 175; ETZ 55 (1934) S. 1155.



relais, Zeitrelais, Steuerkontakte und Steuermotor, erspart werden.

Abb. 2 läßt den grundsätzlichen Aufbau des für doppelseitige Regelung geeigneten Spannungsreglers erkennen. *F* ist die Triebscheibe des aus einem Ferraris-Zähler entwickelten Spannungsrelais, auf die die beiden Spulensysteme *A* und *B* einwirken. Die Spule *B* wird unmittelbar über einen Kondensator von der Netzspannung erregt, während die Spule *A* über einen Spannungsteilertransformator einerseits und über einen Kondensator und einen Resonanzkreis anderseits an die Netzspannung angeschlossen ist. Bei der Grundspannung, die mittels eines regelbaren Nebenschlusses zur Eisendrossel eingestellt bzw. verstellt werden kann, halten sich im Resonanzkreis die Selbstinduktion der Eisendrossel und die Kapazität des Kondensators das Gleichgewicht. Es fließt daher nur ein geringer Wirkstrom durch die Spule *A*, der jedoch mit der Spule *B* zusammen kein Drehmoment an der Triebscheibe des Spannungsrelais hervorruft. Weicht die Netzspannung von der eingestellten Grundspannung ab, so fließt ein mehr oder weniger großer Blindstrom durch die Spule *A*, der je nach der Richtung der Spannungsänderung ein die Triebscheibe links oder rechts herum bewegendes Drehmoment bewirkt. Durch die Verwendung eines Resonanzkreises ergeben sich — wie Abb. 3 zeigt — bei verhältnismäßig geringen Spannungsänderungen große Stromänderungen, so daß eine Spannungsänderung von 0,5 % genügt, um einen Regelvorgang sicher abzuwickeln. Die Drehung der Triebscheibe *F* wird über ein Übersetzungsgetriebe *G* und ein Feder- und Klinkwerk *H* auf die Schaltwalze *J* übertragen. Jede Schaltstellung der Schaltwalze ändert die Zusammenschaltung der Transformator-Hilfsspulen *E*, wodurch in der Spule *S* eine mehr oder weniger große Zusatzspannung induziert wird. Je nach dem Regelzustand bewirkt diese Zusatzspannung eine Verminderung oder eine Erhöhung der Netzspannung. Durch die Vornahme der Regelumschaltungen an einer besonderen Hilfswicklung statt in der vom Laststrom des zu regelnden Netzes durchflossenen Hauptwicklung ergibt sich der Vorteil einer größeren Betriebssicherheit, besonders mit Rücksicht auf den Kurzschlußfall. Ferner kann die Regeleinrichtung unmittelbar für Hochspannungsnetze verwendet werden, wobei dann die Hilfswicklung an eine besondere, niedergespannte Hilfsstromquelle geschaltet wird. Durch Wahl einer höheren Regelspannung als die zu regelnde Netzspannung kann auch leicht der Verwendungsbereich der Regeleinrichtung bis auf etwa 200 kVA Durchgangsleistung erweitert werden. — Das Spannungsrelais schaltet die Regelstufen mit einer Verzögerungszeit von etwa 1,5 s ein, die bei wachsender Spannungsänderung abnimmt. Das Klink- und Schaltwerk *H* ist außerdem so ausgebildet, daß es einen Regelvorgang nur dann vollzieht, wenn die Spannungsänderung längere Zeit andauert. Bei kurzzeitigen Spannungsänderungen kehrt das Klink- und Schaltwerk immer wieder in die Anfangslage zurück, so daß die unerwünschte Summierung kurzzeitiger Spannungsänderungen vermieden ist. Die Arbeitsweise der Regeleinrichtungen wird durch Frequenzänderungen und durch die Form der Spannungskurve praktisch kaum beeinflußt.

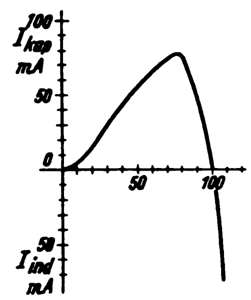


Abb. 3. Blindkomponente des resultierenden Stromes des spannungsempfindlichen Steuerstromkreises in Abhängigkeit von der Spannung.

Für Dreiphasennetze können drei voneinander unabhängige Einphasenregler verwendet werden, wobei zweckmäßig jeder der Einphasenregler die Phasenspannung gegen den Nulleiter regelt. Für größere Leistungen von etwa 10 bis 50 kVA kann die beschriebene Regeleinrichtung auch mit einem Drehstrom-Regeltransformator oder auch mit einem Spartransformator für zwei Stromkreise, z. B. 220 V/2 · 110 V, betrieben werden. Es besteht auch die Möglichkeit, die Gebrauchsspannung unabhängig von der Verteilungsspannung zu wählen, wodurch sich die bekannten Vorteile hinsichtlich Materialaufwand und Höhe der möglichen Übertragungsleistung ergeben.

In der Frage, ob der Spannungsregler bei jedem einzelnen Stromverbraucher aufgestellt werden soll oder nur für mehr oder weniger große Verbrauchergruppen vorzusehen ist, scheint eine kurze wirtschaftliche Berechnung und Betrachtung zugunsten der Aufstellung des Spannungsreglers beim Einzelverbraucher zu entscheiden. Eine endgültige Beurteilung wird jedoch erst nach der praktischen Erprobung der Klein-Spannungsregler möglich sein. [F. v. Ratkowsky, Elektrotechn. u. Maschinenb. 53 (1935) S. 361.] *Mzr.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 021 : 621. 395. 644. 083 **Ein neuer Gleichstromverstärker für Meßzwecke.** — Der Verstärker ist für die Verstärkung kleiner Meßgrößen zu ihrer betriebsmäßigen Verwertung bestimmt, z. B. um die Meßgröße fortlaufend aufzuzeichnen oder um durch sie Regelvorgänge zu steuern. Es handelt sich hierbei um Meßgrößen, die infolge ihrer Änderungsgeschwindigkeit nicht ohne weiteres durch bisher übliche Verfahren erfaßt werden können. Der neue Gleichstromverstärker arbeitet nach dem Ausgleichverfahren in der Weise, daß das Steuergerät nur einen äußerst kleinen, im Augenblickswert der Messung sogar praktisch überhaupt keinen Eigenverbrauch hat. Das Verfahren ist grundsätzlich folgendes (s. Abb. 4): In einem leistungsstarken Stromkreis wird durch die Meßgröße ein Widerstand so verändert, daß der Strom stets verhältnisgleich zu dieser Meßgröße ist. Als Steuerorgan dient ein hochempfindliches Drehspulinstrument *D*, dessen Drehspule ohne vorgegebene Richtkraft drehbar angeordnet und dann einmal an den zu verstärkenden Gleichstrom (Meßgröße) K_1, K_2 und gleichzeitig in Ausgleichschaltung über einen Reihenwiderstand R_2 an einen Nebenschlußwiderstand R_1 des leistungsstarken Anzeigestromkreises angeschlossen ist. Der Regelwiderstand im Anzeigestromkreis wird von einer Dreielektrodenröhre *F* mit besonderer Rückkopplungsschaltung gebildet. Durch Änderung des Rückkopplungsgrades kann der Anodengleichstrom stetig zwischen einem Höchst- und einem Mindestwert beliebig geändert werden. Diese Änderung wird durch ein zwischen Rückkopplungs- und Schwingspule angeordnetes dünnes Metallblättchen *A* bewirkt, das wiederum an der Drehspule des Drehspulgerätes angebracht ist. Die Drehspule bewegt sich so lange in einer bestimmten Richtung, wie eine Spannungsdifferenz in dem Spulenzweig einen Strom hervorruft. Sobald am Regelwiderstand (also an der Röhre) ein solcher Einstellwert erreicht ist, daß im Anzeigestromkreis ein verhältnisgleicher Strom zum Meßkreisstrom auftritt, so fließt in der Spulenleitung kein Strom mehr, und die Drehspule bleibt in der jetzt vorhandenen Einstellung stehen. Gleichzeitig ist der Meßstromkreis jetzt infolge des Ausgleiches völlig unbelastet.

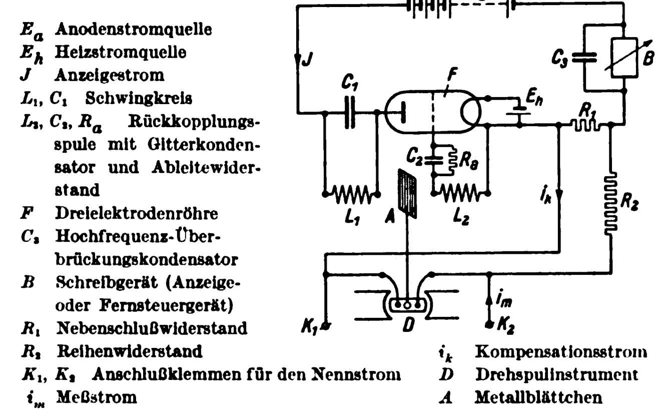


Abb. 4. Grundschaltung des Gleichstromverstärkers mit Röhren-Regeleinrichtung.

Gemäß dieser Grundschaltung kann man aber eine Strommessung nicht mit Null oder gar mit einem negativen Wert beginnen, da der Anodengleichstrom nicht bis Null sinken kann. Solche oftmals erwünschten Messungen sind aber mit Hilfe einer geeigneten Brückenschaltung möglich, durch die der zur Verfügung stehende Regelbereich des Anodengleichstromes im Verhältnis zum Stromwert Null verschoben werden kann. In dieser Form ist die tatsächliche Schaltung des Gleichstromverstärkers ausgeführt. Die

Stromverstärkung ist nur von dem Verhältnis des Reihen- zu dem Nebenschlußwiderstand abhängig. Die größte Leistungsausbeute beträgt in der Normalausführung etwa das 12fache von dem, was ein normaler Tintenschreiber verbraucht. Die Einstellzeit ist kleiner als die eines Tintenschreibers. Nach den gleichen Meßgrundsätzen kann außer einem Gleichstrom oder einer Gleichspannung auch jede andere Größe verstärkt und gemessen werden, die sich in ein ihr verhältnisgleiches mechanisches Drehmoment umformen läßt. Der Leistungsverbrauch im Meßkreis wird hierbei natürlich durchweg Werte über Null annehmen. [L. Brandenburger, Siemens-Z. 15 (1935) S. 467.] *Kdn.*

621. 352. 49. 081 : 537. 722 **Die Unsicherheit der Spannung des Westonelementes.** — Sechs selbstgebaute Westonelemente mit gesättigter Cadmiumsulfatlösung wurden auf die zeitliche Stete ihrer Spannungen geprüft. Die Elemente wurden aus Chemikalien verschiedener Firmen angesetzt, damit nicht das elektromotorische Verhalten aller Elemente durch Zufälligkeiten bei der Herstellung der Chemikalien im gleichen Sinne beeinflußt wurde. Durch Messung der Spannung der einzelnen Elemente konnten keine Unterschiede der Spannung festgestellt werden. Zum Vergleich zweier Elemente wurden daher je zwei Elemente gegeneinander geschaltet, und es wurde nun ihr Spannungsunterschied in der Kompensationsschaltung nach Poggendorf gemessen. Die zu kompensierende Spannung lag zwischen 1 und 200 μV.

Die Meßfehler durch Thermokräfte und Thomsoneffekte im Galvanometerkreis wurden auf ein Mindestmaß gebracht. Die Kompensationsspannung konnte mit einer Genauigkeit von $\pm 0{,}06\,\mu$V bei kleineren Spannungen und von $\pm 0{,}6\,\mu$V bei größeren Spannungen gemessen werden. Das benutzte Spiegelgalvanometer hatte bei 3 m Skalenabstand eine Spannungsempfindlichkeit von 0,5 μV/mm. Der Widerstand des Galvanometers und der beiden Normalelemente betrug zusammen 1500 Ω. An vier verschiedenen Tagen wurden die Spannungsunterschiede der Westonelemente Nr. *a* bis *f* gemessen. In Abb. 5 sind die Abweichungen der Elementspannungen von dem unbekannten arithmetischen Mittelwert der Spannungen aller sechs Elemente aufgetragen. Die Abweichung betrug im ungünstigsten Fall 86 μV. Die Normalelemente *d*, *e* und *f* zeigten immer eine etwas höhere Spannung als die Elemente *a*, *b* und *c*. Der Unterschied ist vermutlich auf die andere Herkunft des für die erste Gruppe benutzten Merkurosulfates zurückzuführen.

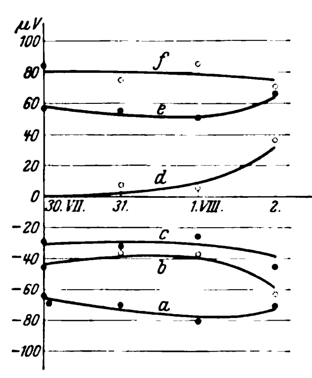


Abb. 5. Abweichung der Elementspannung vom unbekannten arithmetischen Mittelwert.

Da sich der Mittelwert der Spannungen mehrerer Elemente wahrscheinlich weniger ändert als die Spannung eines einzelnen Elementes, schlägt F. Emde vor, für Eichungen anstatt des bisher benutzten umständlichen Silbercoulombmeter mehrere hintereinander geschaltete Westonelemente als Normal zu verwenden. [Th. Fecker, F. Emde, Elektrotechn. u. Maschinenb. 53 (1935) S. 434 u. 435.] *Rsk.*

Elektrowärme.

621. 365. 2. 036. 65 **Die Bedeutung der Regelung in elektrischen Lichtbogenöfen.** — Die Entwicklung des elektrischen Lichtbogenofens im Stahlwerk und in der Gießerei ist zu einem erheblichen Teil den Fortschritten in der Regelung des Ofenbetriebes zuzuschreiben, die die Erzeugung bestimmter Werkstoffarten, namentlich solcher mit sehr niedrigem Kohlenstoffgehalt, überhaupt erst ermöglicht haben. Meistens tritt die Regelung in Tätigkeit, wenn es sich darum handelt, den Kurzschluß, der an einer oder selbst zwei Elektroden eingetreten ist, möglichst bald zu beheben. Je schneller diese Berichtigung erfolgt, um so weniger ist zu befürchten, daß ein Stahlstück mit der dritten Elektrode in Berührung kommt. Sobald der Regler die Ursache zu diesem Fehler berichtigt hat, muß er auch die betreffende Elektrode ihrer Tätigkeit wieder zuführen, und zwar ohne Erschütterungen. Ein guter Regler muß die Aufrechterhaltung der gewählten Stromstärke in jedem Bogen auf seinen günstigsten Wert während der Schmelzung gestatten, und dazu noch unter einer möglichst geringen Veränderung, damit die während der ganzen Schmelzarbeit verwendete durchschnittliche Stromstärke sich möglichst dem angestrebten Wert nähert. Die Elektrode muß demnach so sinken, daß der Bogen sich weder vergrößert noch verkleinert, sondern beständig bleibt. Ferner muß der Gleichgewichtszustand der Elektroden untereinander aufrechterhalten bleiben, auch wenn eine Elektrode eine Störung hat. Die Regelung selbst kann während der Schmelzung und auch während der Feinung wirken. Während der Schmelzung tritt z. B. die Regelung in Tätigkeit, wenn eine Elektrode mit dem metallischen Einsatz in Berührung kommt und der Strom noch nicht fließt. Aufgabe des Reglers ist es dann, diese Abstiegbewegung der Elektrode aufzuhalten. Auch können sich infolge des leichten Abschmelzens großer Späne unter den Elektroden Sümpfe bilden, in die die Elektroden hineinragen. Auch hier hat die Regelung dafür einzutreten, daß die Bögen nicht zu groß werden oder gar brechen, was eine Verminderung der Leistung in der gegebenen Zeit zur Folge haben würde. Bei der Bildung der Sümpfe unter den Elektroden liegt die Gefahr vor, daß feste Stücke der Beschickung in diese Sümpfe stürzen und mit den Elektroden in Berührung kommen. Die Regelung hat daher für ein schnelles Steigen der Elektroden zu sorgen, allerdings darf diese Geschwindigkeit nicht so hoch sein, daß der Bogen geschnitten wird. Ähnliche Betrachtungen ergeben sich während der Feinung, und zwar vor und nach der Schlackenbildung. In allen Fällen muß man eine möglichst große Unabhängigkeit der Lichtbögen voneinander anstreben, Bewegungsgeschwindigkeiten der Elektroden entsprechend der Störung der Gleichgewichtsbedingungen bewerkstelligen, und zwar hohe Geschwindigkeiten für den Fall eines Kurzschlusses und niedrige, wenn nur der Elektrodenabbrand ausgeglichen werden soll. Dabei dürfen diese verschiedenen Bewegungsgeschwindigkeiten der Elektroden keine Erschütterungen hervorrufen. [M. Boutigny, nach einem Vortrag, gehalten am 25. 9. 1935 auf dem Internationalen Gießereikongreß in Brüssel.] *Kp.*

Installation.

621. 3 : 629. 123 **Elektrische Schiffsanlagen.** — Abgesehen vom Schraubenantrieb hat die „Normandie" 6 Maschinensätze je 2200 kW für die Speisung des Schiffsnetzes, „Queen Mary" hat sieben Sätze von je 1300 kW. Diese Leistungen von 13 200 kW bzw. 9100 kW sind für Schiffe schon recht beträchtlich. Für kleinere Schiffe bis zu 8000 t bevorzugt man in England heute noch bei Leistungen bis zu 30 kW Kolbenmaschinensätze wegen ihrer Einfachheit trotz ihres relativ hohen Dampfverbrauches, Gewichts und Raumbedarfs. Über 30 kW ist es wirtschaftlich, raschlaufende Turbogeneratoren zu verwenden, weil sie kleiner und leichter sind. Es sieht nicht so aus, als ob die Ölmotoren den Dampfantrieb verdrängen würden, abgesehen von Dieselmotorschiffen. Kleinere Sätze leisten bis zu 300 kW bei 900 U/min, die größten jemals gebauten Dieselsätze sind 3 Sätze von je 900 kW, die in einem Fahrgastmotorschiff eingebaut worden sind. Die Verwendung elektrisch angetriebener Deckmaschinen nimmt dauernd zu. Die Lasthebeeinrichtungen sind nur an 30 bis 100 Tagen des Jahres in Betrieb mit langen Pausen. Die Geldaufwendung für elektrische Deckwinden ist ungefähr doppelt so hoch wie für entsprechende Dampfwinden, aber im Betriebe hat sich gezeigt, daß die Brennstoffkosten der Dampfwinden 7- bis 10mal mehr ausmachen als beim elektrischen Antrieb, bezogen auf die Tonne bewegten Gutes. Auf Schiffen mit Kolbendampfmaschinen für den Schraubenantrieb sieht die Reederei keinen Vorteil in der Anwendung des elektrischen Antriebes für die Deckmaschinen wegen der höheren Anschaffungskosten und des stark intermittierenden Betriebes. Bei einem Kohlenpreis von 9 RM und einem Ölpreis von 40 RM je Tonne ist der Brennstoffverbrauch bei Dampfwinden 5 kg und bei dieselelektrischem Betrieb 0,2 kg je Tonne. Die Kosten der Lastbewegung je Tonne betragen 4,4 Rpf und 0,85 Rpf. Für 5 Rpf können 1,32 bzw. 5,88 t bewegt werden bei einem Energieverbrauch von 0,388 kWh je Tonne.



Auf Motorschiffen und Fahrgastschiffen werden nunmehr regelmäßig elektrohydraulische oder ähnliche Antriebe für die Rudermaschine angewendet. Die mittlere Leistung der Maschinen beträgt nicht mehr als 30 % der normalen Vollast, die 15 PS für ein 5000 t-Lastschiff bis zu 42 PS für ein 22 000 t-Schiff ausmacht.

Seit Einführung des elektrischen Kochens, Backens usw. ist die mittlere Belastung zur See 1,25 kW je Kopf.

Auf einem neuzeitlichen Schiff beträgt die elektrische Leistung je Kopf 0,2 kW für den Maschinenraum usw., 0,2 kW für Heizung und Kochen, 0,2 kW für Lüftung, 0,15 kW für Kühlung und 0,25 kW für Beleuchtung.

Der elektrische Schiffsschraubenantrieb macht auch in England Fortschritte, allerdings langsamer als in den V. S. Amerika. In den letzten 10 Jahren sind dort 140 Schiffe mit 350 000 PS, in England 26 Schiffe mit 162 000 PS erbaut worden. [Electr. Rev. 117 (1935) S. 334.] *A. St.*

Verkehrstechnik.

621. 335. 4. 033. 11 **Der Einheits-Wechselstromtriebwagen der Deutschen Reichsbahn.** — Entsprechend der allgemeinen Forderung nach höherer Geschwindigkeit hat die Deutsche Reichsbahn Wechselstromtriebwagen für eine Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h eingesetzt, die nicht nur dem Vorortverkehr dienen, sondern auch Schnellverbindungen zwischen Verkehrs- und Handelszentren herstellen sollen. Als Einheitswagen wurde ein zweiteiliger kurzgekuppelter Doppeltriebwagen gewählt, der in den beiden Enddrehstellen von je zwei Tatzlagermotoren angetrieben wird. Der selbstlüftende Motor hat eine Stundenleistung von 225 kW bei 750 V. Die Energie wird der 15 000 V-Oberleitung über zwei Stromabnehmer entnommen und über Hochspannungssicherungen direkt der Oberspannungswicklung des Umspanners zugeführt. Von der Unterspannungswicklung des Umspanners führen Verbindungen zu den 12 Stufenschaltern des Nockenschaltwerks; der Strom verläuft weiter über den Stromteiler und den in Reihe geschalteten Motoren eines Drehgestelles zurück an die Endanzapfung der Unterspannungswicklung. Die Steuerung ist als selbsttätige Zugsteuerung ausgebildet, wobei die einzelnen Firmen verschiedene Antriebe für die Schaltwerke lieferten. In der einen Ausführung wird das Nockenschaltwerk durch Drehmagnetantrieb betätigt, in der zweiten arbeitet ein kinematisches Getriebe in Verbindung mit einem kleinen Wechselstrom-Reihenschlußmotor, und die dritte Gruppe erhielt für das Nockenschaltwerk einen rein elektromotorischen Antrieb mit Vorgelege. Der ölgekühlte Umspanner ist für eine Hauptleistung von 350 kVA und eine Heizleistung von 90 kW ausgelegt. Interessant ist die Unterbringung des Umspanners: er ist aufgeteilt worden, wobei jede Hälfte an der Unterseite des Wagenkastens befestigt ist und innerhalb des Drehgestells hängt. Hierdurch wird vermieden, daß er in das Wagenraumprofil hineinragt und dadurch Platz fortnimmt; ferner wird das Reibungsgewicht des Triebwagens durch die Gewichtsvermehrung im Drehgestell erhöht; bei den neuen Wagen werden annähernd zwei Drittel des Gesamtgewichts zur Zugkraftübertragung ausgenutzt. Geheizt wird mit elektrischen Widerstandsöfen, die durch selbsttätige Wärmeregler zu- und abgeschaltet werden. Der Strom für Beleuchtung wird 24 V-Batterien entnommen, die durch Trockengleichrichter aufgeladen werden. Als Gebrauchsbremse dient die Luftdruckbremse. Versuchsweise ist von den beteiligten drei Firmen je ein Triebwagen mit einer elektrischen Bremse ausgerüstet worden, wobei ein Doppeltriebwagen eine Nutzbremse zur Stromrückgewinnung erhielt. — Der Wagen hat insgesamt 153 Sitzplätze; er ist über Puffer gemessen 43,63 m lang bei einem Leergewicht von 88 t. Die Triebwagen können ihre Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h in 65 s innerhalb eines Weges von 1300 m erreichen. Die Anfahrbeschleunigung beträgt 0,8 m/s² in der Ebene. [T a s c h i n g e r u. F ö r s t e r, Elektr. Bahnen 11 (1935) S. 190.] *Hs.*

Bergbau und Hütte.

621. 335. 3 : 622. 6 **Elektrische Verbundlokomotive.** — Um die Leistungen ihrer elektrischen Fahrdrahtlokomotiven zu erhöhen, hat eine Zeche im Aachener Kohlenrevier ihre bisher mit je 2 Motoren von 18 PS ausgerüsteten Lokomotiven mit einem Anhänger versehen, in dem noch ein Motor von 18 PS eingebaut ist. Die geringe Spurweite von 480 mm ließ bei Benutzung einfacher Stirnradübersetzung keine stärkeren Motore in der Lokomotive selbst zu. Lokomotive und Anhänger sind elektrisch durch eine Schwanzkupplung verbunden; eine mechanische Verriegelung der Dose, die nur mit dem Umschalthebel des Fahrschalters gelöst werden kann, schützt vor Fehlschaltungen. [Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 83 (1935) H. 2, S. 47.] *Sgm.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 5. 029. 6 **Eine unbeaufsichtigte Ultra-Kurzwellen-Sprechverbindung.** — Zwischen den durch das Meer getrennten Orten Provincetown und Green Harbor besteht eine bedienungsfreie Ultra-Kurzwellen-Sprechverbindung, die den Anschluß an das Kabel der Landverbindung Boston—Green Harbor liefert. Die Sender sind quarzgesteuert. Die achte Harmonische liefert die Trägerwelle, deren Leistung 15 W beträgt. Als Empfänger werden Zwischenfrequenzempfänger mit einer Zwischenfrequenz von 1600 kHz benutzt. Die Leistungsabgabe an das Fernkabel beträgt 0,3 W. Sender und Empfänger werden vom Amt aus wie normale Sprechverbindungen geschaltet und sind während der Verkehrsdauer ständig im Betrieb. Als Rufsignal dient ein mit 20 Hz zerhackter 1000 Hz-Ton. Wettersichere Metallgehäuse gestatten eine Anbringung des Senders und Empfängers im Freien am Antennenmast. Empfangs- und Sendeantennen bestehen aus je vier Dipolpaaren mit Reflektordipolen, die im Abstand von einer halben Wellenlänge an 30 m hohen Masten aufgehängt sind. Durch die hohe Richtwirkung dieser Anordnung wird sowohl der Wirkungsgrad erhöht als auch das Störgeräusch herabgesetzt. Die Anlage ist seit mehreren Monaten im Betrieb und arbeitet auch unter ungünstigen Verhältnissen selbst bei Gewitter zufriedenstellend. Eine Wartung oder Nachstimmung ist über einen Zeitraum von mehreren Wochen nicht notwendig. [N. F. S c h l a a c k und F. A. P o l k o n g b o r n, Bell Syst. techn. J. 14 (1935) S. 534.] *Gkf.*

Hochspannungstechnik.

621. 313. 12. 015. 33 **Die Erzeugung hoher Gleichspannungsstöße mit der Marxschen Vervielfachungsschaltung.** — Die Vorgänge, die sich bei der Aufladung und Entladung vielstufiger Marxscher Stoßgeneratoren abspielen, sollen grundlegend geklärt werden. Der langsame Aufladevorgang des Generators wird sowohl für den Fall einer steten Gleichspannungsquelle als auch für den Fall der Ladung mit gleichgerichteter Wechselspannung rechnerisch untersucht und festgestellt, daß für die Höhe der erreichten Summenspannung beim Stoß in beiden Fällen schon die Ladewiderstände r von maßgebendem Einfluß sein können. Bei zu großen Ladewiderständen ergibt sich eine sehr viel langsamere Aufladung der letzten Stufen des Generators gegenüber den ersten. Dadurch kann bei Frühzündung der ersten Zündfunkenstrecke der erreichte Höchstwert der Stoßspannung u. U. sehr erheblich hinter dem theoretisch erforderlichen Summenwert $n \cdot u_c$ bei n Stufen zurückbleiben. Es empfiehlt sich daher, die Ladewiderstände r so abzugleichen, daß sie gegenüber dem Vorwiderstand r_1 um eine Größenordnung kleiner sind.

Bei Ladung mit gleichgerichteter Wechselspannung gleichen sich während der Sperrzeiten die Ladungen der einzelnen Stufen über die Ladewiderstände aus. Die Bedingung für hinreichenden Ladungsausgleich verlangt auch bei Wechselspannung genügend kleine Ladewiderstände. Bei vollständiger Aufladung des Generators hängt der Endwert der Spannung u_{c_ν} an der ν-ten Stufe lediglich vom Verhältnis $a r = \frac{\text{Ladewiderstand je Stufe}}{\text{Ableitungswiderstand je Stufe}}$ ab. Definiert man als Nutzungsgrad η der Anlage das Verhältnis $\eta = \frac{\sum_{\nu=1}^{n} u_{c_\nu}}{n\,U}$, so ergibt sich eine Abnahme von η mit wachsendem $a r$.

Der zweite Teil der Arbeit behandelt den gegenüber dem Aufladevorgang um viele Größenordnungen schnelleren „Entladevorgang“. Die Eigenschwingung des Generators beim Ansprechen der Zündfunkenstrecken wird an mehreren Stufen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen aufgenommen. Abgesehen von überlagerten Oberschwingungen einzelner Anlageteile zeigt sich an allen Stufen

deutlich ausgeprägt eine Grundschwingung. Um vollkommene Dämpfung dieser Grundschwingung zu erreichen, sind Reihenwiderstände von einer Gesamtgröße $2\sqrt{\frac{L_e}{C_e}}$ erforderlich. Dadurch wird die entstehende Stoßspannungsstirn stark verflacht. Größte Steilheiten der Stoßstirn lassen sich nur bei Benutzung einer zusätzlichen eng eingestellten Kugelfunkenstrecke erzielen, wobei die Reihenwiderstände innerhalb des Generators beibehalten werden müssen. Will man wegen des entstehenden Spannungsabfalls Reihenwiderstände vermeiden, so empfiehlt sich die Benutzung einer Spitzenfunkenstrecke als Schaltglied. Die von dieser Funkenstrecke erzeugten Stoßstirnen sind stets glatt und störungsfrei. (R. Elsner, Arch. Elektrotechn. Bd. 29, H. 10, S. 655.)

Physik und theoretische Elektrotechnik.

621. 319. 4 **Berechnung des Streufeldes eines Kondensators, dessen Feld durch eine Blende begrenzt ist.** — Beim Bau von Kathodenstrahl-Oszillographen und bei Versuchen mit Kanalstrahlen ist die genaue Kenntnis der Felder der verwendeten Ablenkkondensatoren erwünscht. Um das Feld möglichst auf den Kondensator zu beschränken, wurde das Streufeld durch eine Blende begrenzt, die sich stets leicht anbringen läßt. Die Rechnung wird für die beiden Grenzfälle einer sehr dünnen und sehr dicken Blende durchgeführt; die numerische Auswertung ergibt geringe Unterschiede im Feldverlauf zwischen diesen beiden Grenzfällen. Für das in der Elektronenoptik besonders wichtige achsennahe Gebiet werden asymptotische Formeln aufgestellt. Um Feldinhomogenitäten bei Ablenkversuchen mit Kathoden- und Kanalstrahlen zu vermeiden, wird die erforderliche Querausdehnung eines Kondensators berechnet. — Die Ablenkung von Kathodenstrahlen in diesen Feldern behandelt eine eben in der Z. Physik[1]) erscheinende Arbeit. [R. Herzog, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 11, S. 790.]

Werkstatt und Baustoffe.

621. 365. 036. 5 : 669. 13 **Metallurgische Fragen bei der Erzeugung von hochwertigem Gußeisen im elektrischen Ofen.** — Die Gießereien, die sich des elektrischen Ofens für die Erzeugung eines hochwertigen Gußeisens bedienen, sehen in den meisten Fällen den verbundenen Ofenbetrieb vor, indem also das Schmelzbad in einem anderen, billiger arbeitenden Ofen, wie im Kupolofen, vorgeschmolzen und im elektrischen Ofen gefeint wird. Es sind auch Fälle bekannt, bei denen der elektrische Ofen flüssiges Hochofeneisen zu behandeln hat und bei denen also das Roheisen aus dem Hochofen durch die Zwischenschaltung des elektrischen Ofens für die Erzeugung von Gußstücken verwendet wird. Der Vorteil des elektrischen Ofens besteht vor allem in der Gewinnung eines niedrig gekohlten Gußeisens (mit etwa 2,60 bis 2,80 % Kohlenstoff), dessen Festigkeitseigenschaften (Zug-, Biege-, Scherfestigkeit) die des selbst unter Stahlzusatz im Kupolofen erzeugten um rd. 50 % übertreffen. Die feuerfeste Auskleidung vieler elektrischer Schmelzöfen war und ist zum Teil auch heute noch basisch. Dieses Futter ist auch günstig, wenn man von kalten Einsätzen für den Schmelzbetrieb ausgeht, da die Kohlung des in den Ofen eingeführten Stahlschrotts besser vonstatten geht. Anders verhält es sich beim Verbundschmelzen, wenn also das Eisenbad z. B. im Kupolofen vorgeschmolzen wird. Kann man auch eine ziemlich weitgehende Entschwefelung durchführen, so verdienen auch einige weniger erwünschte Begleitumstände berücksichtigt zu werden; so scheiden sich die basischen Schlacken ziemlich schwer vom Eisen und neigen dazu, mit in die Gußformen einzufließen, weiter fällt die Vergießbarkeit des Eisens mit zunehmender Temperatur. Auch die äußere Gußhaut der Stücke ist in der Regel von weniger schönem Aussehen als der Kupolofenguß. Im Gegensatz zu diesen Erscheinungen weist der Guß aus dem elektrischen Ofen mit saurem Futter die genannten Nachteile nicht auf; dazu kommt noch, daß er weniger schwindet als das basische Gußeisen und auch keine Risse hat. Allerdings erfordert der Betrieb des sauren elektrischen Ofens eine besondere Umsicht, wenigstens bezüglich der Überhitzung und der Vermeidung einer ungleichmäßigen Graphitverteilung im Gußgefüge. Wesentlich für die Erhaltung des angestrebten perlitischen Gefüges im Gußeisen aus dem sauren elektrischen Ofen ist die Regelung der Schlackenfrage und die Art und Zeit der Einführung von Zusätzen im Interesse der Reglung der Graphitisationsverhältnisse. Die Entschweflung läßt sich leicht an dem aus dem Kupolofen tretenden Eisen mit Natriumkarbonat bewerkstelligen; diese Behandlung ist auch für die Ausscheidung der Verunreinigungen aus dem Eisen vorteilhaft. Die mechanischen Eigenschaften selbst des aus dem sauren elektrischen Ofen gewonnenen Gußeisens sind denen des Eisens aus dem basischen Ofen zum mindesten ebenbürtig, ebenso besitzen selbst Gußstücke mit verschiedenen Querschnitten aus dem sauren Ofen gleichmäßige Festigkeitseigenschaften. [A. Portevin, Nach einem Vortrag, gehalten am 25. 9. 1935 auf dem Internationalen Gießereikongreß in Brüssel.] *Kp.*

[1]) Z. Physik 97 (1935) H. 9 u. 10.

Chemie.

621. 357. 9 **Elektrolytische Zinkphosphat-Überzüge.** — Als Unterlage für Emails auf Kraftwagenlampen wählen die Ford-Werke Überzüge aus Zinkphosphat, die auf elektrolytischem Wege angebracht werden. Der Zweck dieser Überzüge ist, eine bessere Haftfestigkeit der Emaillen und einen größeren Korrosionswiderstand zu erzielen. Die Vorbehandlung der Lampen nach ihrer Formung auf den Pressen besteht in einem Waschen in einer alkalischen Lösung und im Polieren in einer besonderen Vorrichtung, wodurch die Blechoberfläche geglättet wird. Die Arbeitsweise entspricht bezüglich der Vorrichtungen etwa der in Vernickelungsbetrieben üblichen. Die Lampen werden an Stangen aufgehängt und ziehen von einer endlosen Kette bewegt durch das Bad, wobei sie 4½ min im Elektrolyten verweilen. Die Badtemperatur ist 65 °. Die Stücke kommen dann unter einen Kaltwasserregen und werden schließlich mit warmem Wasser gespült. Ihre äußere Beschaffenheit ist dann ohne weiteres für die Behandlung im Emaillierwerk geeignet. Mit Zinkphosphat und dann mit Emaille überzogene Lampen haben bei Versuchen, die sich auf eine Dauer von 1000 h erstreckten, ein einwandfreies Verhalten gezeigt und wiesen nach dieser Zeit keine Rostspuren auf. Man erreicht nicht allein eine bessere Haftfestigkeit der Emaille und ihr besseres Schutzvermögen, sondern auch die Beibehaltung der Rostbeständigkeit des Lampenbleches, wenn durch irgendeine Beschädigung Teile der Emailleschicht abgekratzt worden sein sollten. (Der beim Überziehen sich abspielende Vorgang wird nicht näher beschrieben. Denkbar wäre die Verwendung eines Diaphragmas zwecks gesonderter Erhaltung eines Stoffes in der Nähe der Kathode, der eine sofortige Umwandlung des niedergeschlagenen Metalles mit Hilfe von Phosphorsäure in Zinkphosphat bewirkt. Der Ber.) [Iron Age 136 (1935) H. 2, S. 33.] *Kp.*

Verschiedenes.

Arnold-Stiftung. — Die Zinsen des Stiftungskapitals sind bestimmt zur Ermöglichung oder Förderung von Studien- und Forschungsarbeiten am Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule in Karlsruhe. Die Unterstützungen dienen zur Bestreitung von Unkosten und zur Beschaffung von Einrichtungen und Instrumenten, die über den Rahmen dessen hinausgehen, was seitens des Instituts für Sonderarbeiten zur Verfügung gestellt werden kann, und werden als Beihilfe gewährt für diejenigen, die auf Anregung von industrieller oder wissenschaftlicher Seite Arbeiten von allgemeinem Interesse auszuführen bereit sind. Unterstützung kann jedem gewährt werden, der die Befähigung zu selbständigem Arbeiten besitzt.

Gesuche um Gewährung einer Unterstützung sind bei Herrn Professor Dr. Richter, Elektrotechnisches Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe, mit einem Arbeitsplan und einer Erläuterung über die Verwendung der beantragten Unterstützungssumme schriftlich spätestens bis zum 21. 12. 1935 einzureichen.

Der Vorsitzende des Kuratoriums:
i. V.: R. Richter.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)
Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Leuchtröhrenanlagen.

Der Ausschuß hat auf Grund verschiedener, als berechtigt anerkannter Anregungen den nachstehend wiedergegebenen Entwurf 1 zu Änderungen an

VDE 0128/1933 „Regeln für Leuchtröhrenanlagen und Leuchtröhrengeräte"

aufgestellt.

Einsprüche gegen diesen Entwurf sind bis zum 31. Dezember 1935 in doppelter Ausfertigung an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Entwurf 1.

Änderungen
an
VDE 0128/1933
„Regeln für Leuchtröhrenanlagen und Leuchtröhrengeräte."

III. Bestimmungen.

A. Leuchtröhrenanlagen.

§ 6.

Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung.

Der letzte Satz des ersten Absatzes erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Offenverlegte Schutzleitungen sollen einen Mindestquerschnitt entsprechend 4 mm^2 Kupfer haben."

§ 7.

Transformatoren.

Transformatoren für Leuchtröhrenanlagen unterliegen VDE 0532 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T.", soweit nicht nachstehend andere Bestimmungen getroffen sind.

Nenn-Sekundärspannung ist die Sekundärspannung bei Leerlauf. Bei Transformatoren, die durch Anzapfungen, Streujoch oder dgl. regelbar sind (regelbare Transformatoren) gilt der Höchstwert der einstellbaren Leerlaufspannung als Nenn-Sekundärspannung.

Nenn-Sekundärstrom ist der Strom, den der Transformator auf der Sekundärseite dauernd abgeben kann, ohne die Grenzerwärmungen nach VDE 0532 zu überschreiten. Bei regelbaren Transformatoren ist vor der Erwärmungsprüfung die höchste Sekundärspannung einzustellen.

Bei der Erwärmungsprüfung sind tunlichst die Transformatoren mit Leuchtröhren zu belasten. Als Ersatz können auch Ohmsche Widerstände verwendet werden.

Nenn-Primärstrom ist der Strom, der sich aus dem Nenn-Sekundärstrom multipliziert mit dem Verhältnis aus Nenn-Sekundärspannung zu Nenn-Primärspannung ergibt.

Für die Sekundärwicklungen gelten folgende Bestimmungen:

a) Nenn-Sekundärspannungen bis 3 kV:
Die Sekundärwicklung kann
1. ohne Verbindung mit dem Gehäuse,
2. in einem Außenpol mit dem Gehäuse verbunden oder
3. in ihrem Mittelpunkt (Sternpunkt) mit dem Gehäuse verbunden

ausgeführt sein.

b) Nenn-Sekundärspannungen von mehr als 3 bis 6 kV:
Die Sekundärwicklung kann
1. ohne Verbindung mit dem Gehäuse oder
2. in ihrem Mittelpunkt (Sternpunkt) mit dem Gehäuse verbunden

ausgeführt sein.

Transformatoren werden im allgemeinen der Wicklungs- und Windungsprüfung nach VDE 0532, jedoch mit nachstehenden Einschränkungen unterworfen:

a) Für Transformatoren, bei denen kein Punkt der Sekundärwicklung dauernd mit dem Gehäuse fest verbunden und kurzgeerdet ist, ist die Wicklungsprüfung der Sekundärwicklung mit einer Prüfspannung von 2 U, jedoch nicht unter 2,5 kV vorzunehmen.

b) Für Transformatoren, bei denen ein Punkt der Sekundärwicklung dauernd mit dem Gehäuse fest verbunden und kurzgeerdet ist, kommt sekundär nur die Windungsprüfung zur Anwendung.

Die Sprungwellenprüfung fällt fort.

Die Durchführungsisolatoren sind mit dem 2-fachen Betrage der Nenn-Sekundärspannung zu prüfen; § 27 b) von VDE 0532/1934 kommt nicht zur Anwendung.

Die Transformatoren sind so zu bauen, daß bei kurzgeschlossenen Sekundärklemmen bzw. bei Überlastung im Dauerbetrieb keine unzulässigen Erwärmungen auftreten. Dieses kann durch inneren Spannungsabfall erreicht werden — kurzschlußsichere Transformatoren, die auf dem Leistungsschild durch (V) als verkohlungssicher gekennzeichnet werden —. Bei kurzgeschlossenen Sekundärklemmen und Nenn-Primärspannung darf die Übertemperatur der Wicklungen im Dauerbetrieb 120 ° nicht überschreiten. Anderenfalls sind die Transformatoren durch Stromsicherungen (Schmelzsicherungen oder Selbstschalter) zu schützen. Die Stromsicherungen, die auf der Primär- oder Sekundärseite angebracht sein können, sind so zu bemessen, daß bei Überlastungen bis zum Kurzschluß die Stromsicherungen abschalten, ehe die Grenzerwärmung 150 ° übersteigt. Die Stromsicherungen sind so zu bemessen, daß sie bei den auf der Primär- oder Sekundärseite auftretenden Einschalt-Stromstößen nicht ansprechen. Sind diese Stromsicherungen nicht an dem Transformator fest angebaut, so sind auf dem Leistungsschild Einbauseite — primär oder sekundär — Art und Größe dieser Stromsicherungen anzugeben.

Die Grenzerwärmung mußte zunächst noch auf 150 ° festgelegt werden, weil die handelsüblichen Stromsicherungen, die den Einschalt-Stromstößen gewachsen sind, erst bei Dauerströmen ansprechen, die den Transformator auf 150 ° Übertemperatur erwärmen.

Das Leistungsschild soll enthalten:

Modellbezeichnung oder Listennummer,
Fertigungsnummer,
primären und sekundären Nennstrom,
Nennfrequenz,
Nenn-Primärspannung,
Nenn-Sekundärspannung,
Angaben über die Kurzschlußsicherheit.

a) Bei kurzschlußsicheren Transformatoren: (V);
b) bei den üblichen Transformatoren, soweit die Schutzeinrichtungen nicht fest an dem Transformator angebaut sind:
Einbauseite, Art und Größe der sonstigen Schutzeinrichtungen.

Transformatoren, die nicht als Einbautransformatoren (siehe § 5) ausgeführt sind, sind so aufzustellen, daß für die mit der Überwachung und Einregelung Beauftragten ein gesicherter Standort vorhanden ist. Ferner sind die Sekundärleitungen zu den Leuchtröhren möglichst kurz zu halten.



B. Leuchtröhrengeräte.

§ 14.

Allgemeines.

Der 3. Absatz erhält folgende geänderte Fassung:

„In ortsveränderlichen Leuchtröhrengeräten dürfen nur Transformatoren Verwendung finden, bei denen das Produkt aus Nenn-Sekundärspannung und sekundärem Kurzschlußstrom für Spannungen bis 3 kV 150 VA und für Spannungen über 3 bis 6 kV 75 VA nicht übersteigt."

§ 15.

Schutz gegen zufällige Berührung.

Der 5. Absatz wird durch nachstehende Fassung ersetzt:

„Kein Punkt der Primär- oder Sekundärwicklung darf, entgegen § 7, mit dem Transformatorkern oder dem Schutzgehäuse in leitender Verbindung stehen. Der Transformatorkern ist gegen das Schutzgehäuse gleichfalls zu isolieren. Die Prüfspannung für

Primärwicklung gegen Transformatorkern,
Primärwicklung gegen Sekundärwicklung,
Sekundärwicklung gegen Transformatorkern und
Transformatorkern gegen Schutzgehäuse

ist gleich der doppelten Nenn-Sekundärspannung."

GAU-VERANSTALTUNGEN.

VDE, Gau Aachen. 4. 12. (Mi), 20 h, gr. Hörs. Elektr. Inst.: „Was sagt die Unfall- und Störungsstatisitk dem Betriebsleiter und Konstrukteur von Schaltanlagen" (mit Lichtb.). Obering. I. Siehler VDE.

VDE, Gau Braunschweig. 28. 11. (Do), 20 h, 15 m, T. H., Hochspannungsinstitut: „Die Entwicklung neuzeitlicher Hochspannungsschaltanlagen" (m. Lichtb.). Obering. I. Sihler VDE.

VDE, Gau Südsachsen, Chemnitz (gemeinsam mit ADB Gruppe Starkstromtechnik im Maschinenbau des VDI u. VDE). 28. 11. (Do), 20 h, Staatl. Akademie für Technik: „Elektrofahrzeuge als Verwender heimischen Treibstoffes". Obering. Hartmann VDE.

VDE, Gau Danzig. 9. 12. (Mo), 20 h, Elektrotechn. Inst.: „Der gewitterfeste Transformator" (m. Lichtb. und Vorführ. eines Schmalfilms über SAW-Ableiter). Dr.-Ing. H. Frühauf.

VDE, Gau Ostpreußen, Königsberg/Pr. 2. 12. (Mo), 20 h, 1. Phys. Inst.: „Aluminiumkabel, deren Verwendung und Verlegung unter bes. Berücksichtigung ihrer Verbindungsstellen." Dipl.-Ing. Otten.

VDE, Gau Saar, Saarbrücken. 29. 11. (Fr), 20 h, Handwerkskammer: „Das Licht als Werkzeug" (m. Lichtb.). Dr.-Ing. O. H. Knoll.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.



Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.

Die VDE-Prüfstelle hatte gegen den Inhaber der Firma H. Kohlhaas, Wirges, wegen unberechtigter Benutzung des VDE-Zeichens für Sicherungen Strafantrag gestellt. Daraufhin ist der Kaufmann Heinrich Kohlhaas, Wirges, vom Amtsgericht Montabaur in der Hauptverhandlung vom 2. 10. 35 wegen Vergehens gegen § 14 des Warenzeichengesetzes zu einer Geldstrafe von 30 RM, hilfsweise 6 Tagen Gefängnis und zu den Kosten des Verfahrens verurteilt worden.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Zimmermann.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die in der Woche vom 28. 11. 1935 bis 4. 12. 1935 stattfindenden Vortragsabende sind bereits in der ETZ Heft 47 vom 21. 11. 1935 angekündigt.

Über die weiteren Zusammenkünfte ergeht Mitteilung in der ETZ Heft 49 vom 5. 12. 1935.

Einladung.

Fachgruppe: Elektromaschinenbau.

Fachgruppenleiter: Herr Prof. Dr.-Ing. Kloß.

Vortrag

des Herrn Dr. Lund am Dienstag, dem 3. Dezember 1935, 20 Uhr, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, EB Hörsaal 301,

über das Thema: „Das magnetische Geräusch des Kurzschlußmotors" (Geräuscharme Motoren. Staffelläufer).

Inhaltsangabe:

Aus der Klanganalyse von Kurzschlußmotoren wird nachgewiesen, daß die Frequenz der Teiltöne des Maschinengeräusches mit denen der Pendelmomente und der durch die interferierenden Oberfelder gebildeten radialen Zugkräfte übereinstimmt. Die Aufnahmen zeigen, daß die Sättigungsfelder auf das Geräusch von wesentlichem Einfluß sein können. Die Nutzung erzeugt bei geringeren Amplituden die gleichen Frequenzen wie die Wicklungsoberfelder. Rechnung und Versuch ergeben, daß die in bezug auf das Geräusch günstigsten Nutenzahlen von den bisher im Schrifttum empfohlenen abweichen. In dem Staffelläufer ist eine konstruktive Maßnahme zur Minderung der magnetischen Geräusche von Kurzschlußmotoren verwirklicht.

Eintritt und Garderobe frei.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff.

Einladung

zur außerordentlichen Sitzung des Elektrotechnischen Vereins, gemeinsam mit der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft, am Donnerstag, dem 5. Dezember 1935, 17.30 Uhr, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. I. Schaer, Direktor der Beleuchtungskörper G. m. b. H., über das Thema:

„Arbeitsförderung und Arbeitsfreudigkeit durch gutes Licht."

Inhaltsangabe:

Anforderungen an die natürliche und künstliche Beleuchtung: ausreichende Beleuchtungsstärke, gute Gleichmäßigkeit, richtige Schattigkeit, Blendungsfreiheit und passende Lichtstärke.

Erfüllung der lichttechnischen Anforderungen durch Ausgestaltung der Beleuchtungsanlage.

Beispiele aus der Praxis der Arbeitsräume, der Arbeitsplatzbeleuchtung in Gegenüberstellung von „falsch" und „richtig".

Die Kosten schlechter Beleuchtung.

Gäste sind willkommen. Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie".

Elektrotechnischer Verein e. V.
i. V.: Matthias.

(Fortsetzung s. S. 1315.)



WEI

Typisierung der gummifreien Isolierstoffe.

621. 315. 616. 9 : 658. 516

Gemäß dem am 9. 9. 1935 gefaßten Beschluß der Technischen Kommission der Fachgruppe 7, Untergruppen I und II (Preßmassen und Preßteile), der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie (WEI) wird die bisherige Typisierung der gummifreien nichtkeramischen Isolierpreßstoffe [ETZ 53 (1932) S. 708[1])] durch die nachfolgende ersetzt. Sie unterscheidet sich von der bisherigen durch

1. Anwendung der Bezeichnung „Typ" statt „Type".
2. Aufnahme eines neuen Typs (M).
3. Fortfall des Typs N (Nitrozellulose mit Füllstoff).
4. Änderung der Wärmefestigkeit des Typs A.

[1]) Über die frühere Einteilung der gummifreien nichtkeramischen Isolierpreßstoffe vgl. ETZ 44 (1923) S. 137; 45 (1924) S. 730; 46 (1925) S. 979 (Klassifizierung) sowie ETZ 49 (1928) S. 1094; 53 (1932) S. 708 (Typisierung).

Zu 1: Die Bezeichnung „Typ" wurde gewählt, weil die bisherige Bezeichnung „Type" sprachlich nicht einwandfrei war.

Zu 2: Der Typ M wurde neu aufgenommen, da er einen Preßstoff neuartiger Zusammensetzung darstellt, der als besonders schlagfester Stoff in Verbindung mit guten thermischen Eigenschaften in größerem Maßstabe für Sonderzwecke angewendet werden wird.

Zu 3: Der bisherige Typ N fiel fort, da dieser Stoff bedeutungslos geworden ist.

Zu 4: Die bisher auf 45 Martensgrade festgesetzte Wärmefestigkeit des Typs A wurde nur selten überschritten. Da die Werte der Typisierung Mindestwerte darstellen, wurde zur Schaffung einer ausreichenden Sicherheitsspanne die Wärmefestigkeit des Typs A auf 40 Martensgrade herabgesetzt.

Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.

Typisierung der gummifreien Isolierpreßstoffe[1]).

Typ	mechanische Eigenschaften		thermische Eigenschaften		elektrische Eigenschaften		Zusammensetzung	Verarbeitungsart
	Biegefestigkeit[2]), [4]) mind. kg/cm²	Schlagbiegefestigkeit[2]), [4]) mind. cmkg/cm²	Wärmefestigkeit[2]), [4]) mind. Martensgrade	Glutfestigkeit[3]), [4]) mind. Gütegrad	Oberflächenwiderstand[2]),[4]) nach 24-st. Liegen in Wasser mind. Vergleichszahl	Sonderanforderungen[5])		
1	500	3,5	150	4	3		phenoplastisches Kunstharz m. anorg. Füllstoff	Warmpressung
M	700	15,0	150	4	3		phenoplastisches Kunstharz m. anorg. Gespinst als Füllstoff	Warmpressung
0	600	5,0	100	2	3		phenoplastisches Kunstharz m. org. Füllstoff	Warmpressung
S	700	6,0	125	3	3		phenoplastisches Kunstharz m. org. Füllstoff	Warmpressung
T	600	12,0	125	2	3		phenoplastisches Kunstharz m. org. Gespinst als Füllstoff	Warmpressung
K	600	5,0	100	2	4		aminoplastisches Kunstharz m. org. Füllstoff	Warmpressung
7	250	1,5	65	1	3		Naturharz, natürl. od. künst. Bitumen m. Asbest u. anorg. Füllstoff[6])	Warmpressung
8	150	1,0	45	3	3		natürl. od. künstl. Bitumen m. Asbest u. anorg. Füllstoff[6])	Warmpressung
A	300	15,0	40	1	3		Azetylzellulose mit oder ohne Füllstoff	Warmpressung
2	350	2,0	150	4	3		Kunstharz mit Asbest u. anorg. Füllstoff	Kaltpressung
3	200	1,7	150	4	3		Kunstharz mit Asbest u. anorg. Füllstoff[6])	Kaltpressung
4	150	1,2	150	4	3		natürl. od. künstl. Bitumen m. Asbest u. anorg. Füllstoff[6])	Kaltpressung
Y	1000	5,0	400	5	4		Bleiborat m. Glimmer[6])	Warmpressung
X	150	1,5	250	5	—[7])		Zement oder Wasserglas mit Asbest u. anorg. Füllstoff	Kaltpressung

[1]) Die Bezeichnung „Isolierpreßstoffe" umfaßt auch die im Wege des Preßspritzverfahrens zu verarbeitenden Stoffe.

[2]) Nach den „Vorschriften für die Prüfung elektrischer Isolierstoffe" des VDE (Sonderdruck VDE 0302). Die Prüfung erfolgt an Proben, die nach den in den Prüfvorschriften angegebenen Abmessungen gepreßt sind. Zur Herstellung der Probestäbe ist die Preßmasse sinngemäß in gleicher Weise wie zur Herstellung der fertigen Preßstücke zu behandeln.

[3]) Nach den „Leitsätzen für die Bestimmung der Glutfestigkeit von Isolierstoffen" des VDE (Sonderdruck VDE 0305).

[4]) Die Probestäbe dürfen im Durchschnitt keine geringeren Zahlen als die oben angegebenen Mindestwerte aufweisen. Unterschreitungen der unteren Grenzen durch Einzelwerte sind für die Wärmefestigkeit bis höchstens 5 %, für die Biegefestigkeit und Schlagbiegefestigkeit bis höchstens 10 % zulässig. Für den Oberflächenwiderstand und die Glutfestigkeit dürfen auch die Einzelwerte die festgelegte Mindestzahl nicht unterschreiten.

Für die Typen sind lediglich die Mindestwerte, also die unteren Grenzen der maßgebenden Eigenschaften festgelegt. Daher sind Überschreitungen der unteren Grenzen nach oben die Regel und in Anbetracht ausreichender Sicherheit auch erwünscht. Überschreitet jedoch ein Preßstoff regelmäßig ganz erheblich die unteren Grenzen eines Typs nach oben, so widerspricht es dem Sinn der Typisierung, ihn mit diesem Typ zu bezeichnen. In diesem Fall ist der Preßstoff in einen höheren Typ einzuordnen, sofern auch die vorgeschriebene Zusammensetzung zutrifft oder, falls dies nicht möglich ist, in einen neuen Typ.

[5]) Für einige besondere Zwecke werden elektrische Sonderanforderungen gestellt. Diese erstrecken sich auf die dielektrischen Verluste, den Widerstand im Innern und den Oberflächenwiderstand. Die Prüfdaten für die elektrischen Sonderanforderungen sind aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich:

Elektr. Eigenschaft	Widerst. im Innern mind. 5000 MΩ	dielektrischer Verlustfaktor tg δ höchstens 0,1	Oberflächenwiderstand mind. 5000 MΩ
Prüfverfahren	Sonderdruck VDE 0303, § 10	Sonderdruck VDE 0303, § 22	Sonderdruck VDE 0302, B 1
Versuchskörper	1 Normalplatte 150 × 150 mm (mit 5 Meßstellen)	2 Normalplatten	1 Normalplatte (ohne Abschleifen der Oberfläche)
Meßspannung	110 V Gleichspannung	100 V Wechselspannung 800 Per/s	1000 V Gleichspannung
Meßzeit	20 s	—	60 s
Vorbehandlung	4 Tage in 80 % rel. Luftfeuchtigkeit bei 20° C (nach Sonderdruck VDE 0308)		1 Tag in Wasser

Typen von gummifreien Isolierpreßstoffen, die außer den normalen mechanischen, thermischen und elektrischen Bedingungen noch den obigen elektrischen Sonderanforderungen genügen, führen die Typenbezeichnung mit einem Stern (Beispiel O*). Den Sonderanforderungen kann nicht durch alle Typen entsprochen werden.

[6]) Die Zusammensetzung dieser Preßstoffe kann auch von der oben angegebenen üblichen abweichen.

[7]) Für den Typ X ist eine Prüfung des Oberflächenwiderstandes nicht vorgesehen. Bei diesem Typ kommt es nur auf den höheren Grad der Glutfestigkeit und die hierdurch gewährleistete Lichtbogenfestigkeit an. Zu den eigentlichen Isolierstoffen gehört dieser Typ nicht.





Staatliches Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

Unter den Eichen 87

Fernsprecher: Amt Breitenbach (G 6 2751).

Bekanntmachung über Isolierpreßstoffe.

In der vorstehenden Veröffentlichung der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie ist die neue Typisierung der gummifreien Isolierpreßstoffe bekanntgegeben. Die auf Grund dieser Typisierung vom Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem gemäß Vertrag mit der Technischen Vereinigung von Fabrikanten gummifreier Isolierstoffe E. V., Berlin, überwachten Isolierpreßstoffe sind in der folgenden Tafel zusammengestellt.

Diejenigen Typen von gummifreien Isolierpreßstoffen, welche außer den normalen mechanischen, thermischen und elektrischen Bedingungen noch den in der Typisierung aufgeführten elektrischen Sonderanforderungen genügen und als Zusatz zur Typenbezeichnung einen Stern führen, sind am Schluß der Tafel gesondert aufgeführt.

Die in der ETZ 53 (1932) S. 1259 und ETZ 54 (1933) S. 95 bekanntgegebenen Tafeln sind hiermit ungültig.

Berlin, den 22. 11. 1935.

Der Präsident:

Dr. Seidl.

Firma	Kenn-Nr. der Firma im Überwach.-zeichen	Typ													
		1	M	0	S	T	K	7	8	A	2	3	4	Y	X
Emil Adolff A.-G., Reutlingen Abt. Kunstharz-Preßwerk	H 2	—	—	—	Emadolit Typ S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gebrüder Adt Aktiengesellschaft, Ensheim (Saar)	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Australit R Australit F	—	—	—
Aktiengesellschaft für Elektrotechnik, Braunschweig	L 0	—	—	—	Agfenit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Fabriken Hennigsdorf, Hennigsdorf-Osthavelland	38	Tenacit Typ 1	Tenacit Typ M	Tenacit Typ 0	Tenacit Typ S	Tenacit Typ T	Tenacit Typ K	Tenacit Typ 7	Tenacit Typ 8	—	Tenacit Typ 2	Tenacit Typ 3	Tenacit Typ 4	Tenacit Typ Y	Tenacit G Typ X
Alusil Preßstoffwerk Eugen Gaßmann, Probstzella/Thür.	F 1	Alusil 1	—	—	Alusil S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rob. Anke, Porzellanfabrik, Ölsnitz i. Vogtl.	F 4	—	—	—	Preßmaterial Typ S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ernst Backhaus & Co., Kierspe i. Westf.	53	—	—	—	Isolierstoff Typ S	—	Isolierstoff Typ K	—	—	—	—	—	—	—	—
Otto Backhaus G. m. b. H., Oberbrügge i. W.	F 0	Backitt 1	—	—	Backitt S	—	Backitt K	—	—	—	—	—	—	—	—
Bayerische Elektrozubehör Aktiengesellschaft, Lauf bei Nürnberg	67	Bezeg 1	—	—	Bezeg S	—	Bezeg K	—	—	—	—	—	—	—	—
Bender & Wirth, Kierspe-Bahnhof, Westf.	M 1	—	—	—	Haberit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gebr. Berker, Schalksmühle in Westf.	80	Isolierpanzer 1	—	—	Isolierpanzer S	—	Isolierpanzer K	—	—	—	—	—	—	—	—
Porzellanfabrik Bernhardshütte G. m. b. H., Blechhammer Krs. Sonneberg (Thür.)	93	Bernit 1	—	Bernit 0	Bernit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bezet-Werk Hermann Buchholz, Motzen i. M.	76	Bewerit 1	—	—	Bewerit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bisterfeld & Stolting, Inhaber: Ernst Bisterfeld, Radevormwald (Rhld.)	70	Werkstoff Typ 1	Werkstoff Typ M	—	Werkstoff Typ S	Werkstoff Typ T	Werkstoff Typ K	—	—	—	—	—	—	—	—
H. Bodenmüller Ing., Stuttgart-Zuffenhausen	L 8	—	—	—	Herbolit Typ S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Robert Bosch A.-G., Stuttgart-Feuerbach, Postfach 28	55	—	—	Resiform 0	Resiform S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gustav Branscheid & Co., Lüdenscheid i. Westf.	T 1	—	—	—	Bracolit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ernst Bremicker, Ing., Kierspe-Bhf. i. Westf.	61	—	—	—	Toledoit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gebr. Broghammer, Schramberg	F 8	—	—	—	Backopreß	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Brökelmann, Jaeger & Busse, Neheim i. Westf.	L 7	—	—	—	BJB Typ S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wilhelm Burgbacher, Neukirch (Baden). (Station Furtwangen)	L 2	—	—	—	Burgwaldharz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Busch-Jaeger Lüdenscheider Metallwerke Aktiengesellschaft, Lüdenscheid i. Westf.	23	Bilit 1	—	—	Bilit S	Bilit T	Bilit K	—	—	—	—	—	—	—	—
Dr. Deisting & Co., Gesellschaft mit beschränkter Haftung, Kierspe i. W.	39	Isolierstahl 1	Isolierstahl M	Isolierstahl 0	Isolierstahl S	Isolierstahl T	Isolierstahl K	—	—	—	—	—	—	—	—
Deutsche Philips Gesellschaft m. b. H., Berlin W 35	58	Philit 1	—	Philit 0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dynamit-Actien-Gesellschaft vorm. Alfred Nobel & Co., Abt. Celluloid-Fabrik, Troisdorf (Bez. Köln)	43	Trolitan 1	Trolitan AW	Trolitan 0	Trolitan L Trolitan SP Trolitan SPK	Trolitan LT	Pollopas	—	—	Trolit W	—	—	—	—	—
Elektrotechnische Fabrik G. m. b. H., Bebra u. C. & F. Schlothauer G.m.b.H., Ruhla (Thür.), Bebra (H.-N.)	22	Bebrit 1	—	—	Bebrit S	—	Bebrit K	—	—	—	Rulit 2	—	—	—	—
Elektrotechnische Fabrik J. Carl, Gesellsch. m. beschr. Haftung, Oberweimar i. Thür.	E 0	—	—	—	Carlit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Elektrotechnische Fabrik, Weber & Co., Komm.-Ges., Kranichfeld Thür.	98	Weeranit 1	—	—	Weeranit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ellinger & Geissler, Dorfhain (Bez. Dresden)	54	—	—	Elgesit Nr. 1	Elgesit Nr. 2	—	Elgesit Nr. 4	—	—	—	—	—	—	—	—

Firma	Kenn-Nr. der Firma im Überwach.-zeichen	Typ													
		1	M	0	S	T	K	7	8	A	2	3	4	Y	X
Frankl & Kirchner, Elektrizitätsgesellschaft m. b. H., Mannheim	M 7	—	—	—	Efkalit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Friemann & Wolf G. m. b. H., Zwickau/Sa.	H 8	—	—	—	Friwocit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Carl Germer, Bln.-Charlottenburg	M 3	—	—	—	Germalith	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Christian Geyer G. m. b. H., Nürnberg-S.	83	—	—	—	Norit S	—	—	Norit 7	Norit 8	—	Norit 2	—	—	—	—
Rich. Giersiepen, Bergisch Born, Kreis Solingen-Lennep	M 5	—	—	—	Ergelit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Graewe & Co., Menden i. Westf.	E 8	—	—	—	Graconit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Heliowatt-Werke, Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, Berlin-Charlottenburg	35	—	—	—	Heliowatt S	—	—	Heliowatt 7	Heliowatt 8	—	Heliowatt 2	—	—	—	—
Kunstharzpresserei M. Hildebrand & Ernst Hammerschmidt, Brand-Erbisdorf i. Sa.	N 5	—	—	—	Isowar	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Paul Hochköpper & Co., Lüdenscheid i. Westf.	87	—	—	—	Hocolit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hoppmann & Mulsow, Hamburg	L 1	—	—	—	Wiska S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gebrüder von der Horst, Lüdenscheid	H 7	—	—	—	Isolierstoff Typ S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Isola Werke A. G., Birkesdorf-Düren-Rhld.	40	—	—	Durax I	Durax II	Durax Textil	—	—	—	—	Fermit Typ 2	—	—	—	Fermit Typ X
Isolierpreß- und Porzellanfabrik G. m. b. H., Lüdenscheid i. Westf.	99	Supralit 1	—	—	Supralit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Isopreß-Werk G. m. b. H., Berlin-Oberschöneweide	L 2	—	—	—	Taumalit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Erich Jaeger G. m. b. H., Bad Homburg v. d. Höhe	95	Elerit 1	—	—	Elerit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ernst Jaeger & Co., Schalksmühle i. Westf.	N 3	—	—	—	Ejsopan S	—	Ejsopan K	—	—	—	—	—	—	—	—
Paul Jatow, Dodendorf, Bez. Magdeburg	E 4	—	—	—	Pejatit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Paul Jordan, Berlin-Steglitz	N 4	—	—	—	Preßpanzer Typ S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kabelfabrik Aktiengesellschaft, Gummon- und Kunstharzwerke, Bratislava (Preßburg)	89	—	—	Fututurit G	Fututurit Gs	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kaiser & Spelsberg, Schalksmühle i. W.	M 6	—	—	—	Imperit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Robert Karst, Berlin SW 68	L 9	—	—	—	Roka Preßstoff	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Julius Klein Nachf. Dr. Sadler, Coburg	60	—	—	—	Kleinit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Leopold Kostal, Lüdenscheid in Westf.	72	Poldit 1	—	—	Poldit S	—	Poldit K	—	—	—	—	—	—	—	—
Theod. Krägeloh & Comp., Dahlerbrück (Westf.)	85	—	—	—	Teka S	—	Teka K	—	—	—	—	—	—	—	—
Kramer & Löbl, Schlag bei Gablonz a. N. (Böhmen)	H 5	Isolierstoff Typ 1	—	—	Isolierstoff Typ S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hugo Krieger & Faudt, Berlin SW 68	78	—	—	—	Hakalit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kronacher Porzellanfabrik Stockhardt & Schmidt-Eckert, Kronach/Oberfranken	M 4	—	—	—	Frankit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Krone & Co., Berlin-Baumschulenweg	L 6	—	—	Preßstoff Typ O	Preßstoff Typ S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Otto Langmann, Kunstharz-Preßwerk, Hagen i. Westf.	H 3	—	—	—	Duranit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Linden & Co. G. m. b. H., Lüdenscheid i. Westf.	79	—	—	—	Linölit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lindner & Co., Jecha-Sondershausen (Thür.)	A 8	—	—	—	Licolit S	—	Licolit K	—	—	—	—	—	—	—	—
Lohmann & Welschehold, Meinerzhagen i. Westf.	E 9	—	—	—	Isolierstoff Typ S	—	Isolierstoff Typ K	—	—	—	—	—	—	—	—
Carl Friedr. Lübold, Lüdenscheid in Westf.	M 0	—	—	—	Isolierstoff Typ S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Märkische Elektro-Industrie G.m.b.H., Schalksmühle	N 2	—	—	—	Preßstoff Typ S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Elektrotechnische Fabrik Ernst Maté, Wien, VII	N 8	—	—	—	Matit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Meirowsky & Co. Aktiengesellschaft, Porz (Rhein)	L 4	Pertinit 1	—	—	Pertinit S	Pertinit T	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Josef Mellert, Bretten i. Baden	M 9	—	—	—	Mellit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Radio H. Mende & Co., G.m.b.H., Dresden-N. 15, Ind.-Gelände	56	Mendelith 1	—	Mendelith O	Mendelith S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gebrüder Merten, Gummersbach (Rhld.)	24	—	—	—	Merit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mix und Genest Aktiengesellschaft, Berlin-Schöneberg	68	—	—	—	Mixit S	—	Mixit K	—	—	—	—	—	—	—	—
Müller & Ros, Coburg	66	—	—	—	Rosit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
New-York Hamburger Gummi-Waaren Compagnie Hamburg, Hamburg 33	21	—	—	—	Formolit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Österreichische Siemens-Schuckert-Werke (ZV), Wien 24	M 2	—	—	—	Protolit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pfeilwerk Gerdes & Co. G. m. b. H., Schwelm i. Westf.	H 4	—	—	—	Isolier-Preßstoff Typ S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



Firma	Kenn-Nr. der Firma im Überwach.-zeichen	Typ 1	M	0	S	T	K	7	8	A	2	3	4	Y	X
Porzellanfabrik Theodor Pohl, Schatzlar (Tschechosl.)	L 5	—	—	—	Thepolit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kurt Postel, Köln-Höhenberg	N 6	—	—	—	Preßstoff P 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Karl Potthoff, Solingen-Ohligs	N 9	—	—	—	KP	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Preßmaterial-Werk Hermann Römmler & Schumann, Komm.-Ges., Berlin	74	—	—	—	Rö S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Preßstoffwerk Schöppenstedt, Paul Schnake, Schöppenstedt	81	—	—	—	Kunstharzpreßmasse Typ S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Preßwerk A.-G., Essen	45	Thesit Nr. 1	Thesit M	—	Thesit supra	Thesit T	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Preßwerk G. m. b. H., Herscheid i. Westf.	51	Pehalit 1	—	—	Pehalit S	—	Pehalit K	—	—	—	—	—	—	—	—
Preßwerk Krauss & Steidel, Berlin N 65	86	—	—	—	KW 66/S	—	—	KW 66/VII	—	—	—	—	—	—	—
Wilh. Quante, Wuppertal-Elberfeld	73	—	—	—	Weculit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Reicolit, Ges. f. Isolier- u. Preßteile m. b. H., Berlin NO 18	N 7	—	—	—	Preßstoff Typ S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H. Römmler Aktiengesellschaft, Spremberg Nd.-L./Berlin	32	Hares F	Ralotext	—	Hares S	Duro Kerit, Hares L	Resopal	Heliosit B Spezial	Heliosit B	—	Resistan Typ 2	—	—	—	Resistan E
Max Schulze, Meißen i. Sa.	F 5	—	—	—	Schulit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fabrik isolierter Drähte u. Schnüre Schulze, Schneider & Dort G. m. b. H., Schönow, Post Bernau b. Berlin	H 9	Duralit 1	—	—	Duralit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Seckelmann & Co., Lüdenscheid i. Westf.	59	—	—	—	Sekolit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Siemens-Schuckertwerke Aktiengesellschaft, Abteilung für Isolierstoffe (SK 4), Berlin-Siemensstadt (Gartenfeld)	34	Eshalit E 87	Eshalit E 400	Eshalit E 74	Eshalit E 76	Eshalit E 220	Eshalit E 100	Eshalit E 81	Zeterit C	Eshalit E 86	Eshalit E 59 Eshalit E 95	—	Eshalit E 61	—	Eshalit E 90
Gebr. Spindler, Betr.-Kom.-Ges., Köppelsdorf (Thür.)	E 7	Gesanit 1	—	—	Gesanit S	Gesanit T	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Franz Stauch, Preßwerk Unterrodach/Ofr.	F 2	—	—	—	Zeynit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Storch und Stehmann G. m. b. H., Ruhla/Thür.	M 8	—	—	—	Estelit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Süddeutsche Isolatoren-Werke G. m. b. H., Freiburg im Breisgau	25	Ricolit Typ 1	—	—	Ricolit Typ 8	—	—	Ricolit Typ 7	Ricolit Typ 8	—	Ricolit Typ 2	—	—	—	—
Sursum-Elektr. Gesellschaft Leyhausen & Co. O. H., Nürnberg-N.	N 1	—	—	—	Leyconit Typ S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Paul Teich, Berlin O 27	82	—	—	—	Teasit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Thega-Kontakt G. m. b. H., Berlin SW 19	94	—	—	—	Thegranit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Thiel & Schuchardt, Metallwarenfabrik Aktiengesellschaft, Ruhla/Thür.	L 3	—	—	—	Tundes S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bernhard Thormann, Berlin NO 18	90	—	—	—	Thormalan	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gebr. Vedder G. m. b. H., Schalksmühle i. Westf.	84	—	—	—	Preßstoff Typ S	—	Preßstoff Typ K	—	—	—	—	—	—	—	—
Vereinigte Isolatorenwerke Aktiengesellschaft, Berlin-Pankow	31	Ambroin 1	—	—	Ambroin S	—	—	Ambroin 7	Ambroin 8	—	Margolit 2	—	—	—	—
Volkenrath & Co., Schwenke in Westf.	A 3	—	—	—	Volcolit S	—	Volcolit K	—	—	—	—	—	—	—	—
Gebr. Vollmerhaus G. m. b. H., Kierspe-Bhf. i. Westf.	50	—	—	—	Vollmerit S	—	Vollmerit K	—	—	—	—	—	—	—	—
Vossloh-Werke G. m. b. H., Lüdenscheid i. Westfalen	E 2	—	—	Vauwe 0	Vauwe S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wacker & Doerr, Niederramstadt b. Darmstadt	62	—	—	—	Dowal S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Karl Wegner, Berlin SW 29	T 3	—	—	—	Kawelit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Westdeutsche Metallindustrie Ges. m. b. H., Unna-Westfalen	T 0	—	—	—	Hacolit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wester, Ebbinghaus & Co., Hanau	F 9	—	—	—	Wecolit Typ S	—	Wecolit Typ K	—	—	—	—	—	—	—	—
Casp. Arn. Winkhaus, Carthausen i. Westf.	H 1	—	—	—	Cawit S	—	Cawit K	—	—	—	—	—	—	—	—
Erich Wippermann, Halver in Westf.	46	—	—	—	Permanit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wolff & Co., Abt. Preßmaterial Walsrode	33	Kiwitan 1	—	—	Kiwitan S	Kiwitan T	Waloplast	—	—	—	Kiwitan 2	—	—	—	—

Bekanntmachung über Isolierpreßstoffe, die den elektrischen Sonderanforderungen genügen.

Firma	Kenn-Nr. der Firma im Überwach.-zeichen	Typ 0*	S*	K*	A*	Firma	Kenn-Nr. der Firma im Überwach.-zeichen	Typ 0*	S*	K*	A*
Dynamit-Actien-Gesellschaft vorm. Alfred Nobel & Co., Abt. Celluloid-Fabrik, Troisdorf (Bez. Köln)	43	—	Trolitan SD	Pollopas	Trolit W	Wilh. Quante, Wuppertal-Elberfeld	73	—	Weculit S*	—	—
						H. Römmler Aktiengesellschaft, Spremberg Nd.-L./Berlin	32	—	Hares S*	—	—
Meirowsky & Co. Aktiengesellschaft, Porz (Rhein)	L 4	—	Pertinit S*	—	—	Siemens-Schuckertwerke Aktiengesellschaft, Abteilung für Isolierstoffe (SK 4), Berlin-Siemensstadt (Gartenfeld)	34	Eshalit E 74	Eshalit E 76*	—	—



(Fortsetzung von S. 1310.)

Ordentliche Sitzung

am 29. Oktober 1935 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Prof. Matthias.

Der Vorsitzende eröffnet die Versammlung und heißt alle Erschienenen, insbesondere die zahlreichen Gäste, herzlich willkommen. Da Einwendungen gegen den Bericht der ordentlichen Sitzung vom 24. September 1935 nicht erhoben worden sind, wird der Bericht für angenommen erklärt. Auf eine ausgelegte Liste über elf seit der letzten Sitzung erfolgte Neuanmeldungen wird hingewiesen. Herr Staatssekretär Dr. Ohnesorge hat inzwischen die Gaubeiratsmitglieder des neuen Gaues Berlin-Brandenburg bestätigt. Dem Beirat gehören an:

Prof. Dr.-Ing. Max Kloß (Vertreter des Leiters des Gaues),
Direktor Dr. phil. Erich Thürmel (Schatzmeister),
Direktor Emil Ziehl (Beisitzer),
Dipl.-Ing. Alfred Haas (Schriftführer).

Der Vorsitzende richtet warme Abschiedsworte an Herrn Ministerialrat a. D. Dr. Arthur Schmidt, der die Geschäftsführung des Elektrotechnischen Vereins nunmehr niederlegt, nachdem er beinahe zwölf Jahre als Generalsekretär seine ganze Arbeitskraft in den Dienst des Vereins gestellt hat.

Der Vorsitzende stellt der Versammlung den neuen Geschäftsführer Dr.-Ing. Hans Burghoff vor und gibt einen Bericht über den Stand der Umwandlung des Elektrotechnischen Vereins e. V. in den VDE-Gau Berlin-Brandenburg. Die Umwandlung ist praktisch vollzogen; es fehlt nur noch die entsprechende registergerichtliche Eintragung, welche schon seit langem beantragt ist.

Der Vorsitzende teilt mit, daß das Jungingenieurwesen in Zukunft eine ganz besondere Pflege erfahren soll, und weist auf die in der ETZ 1935, Heft 44, Seite 1211, bereits gemachten Mitteilungen hin.

In Zukunft wird eine etwas schärfere Unterscheidung zwischen den ordentlichen Versammlungen und den Fachversammlungen durchgeführt. Die bereits bestehenden Fachgruppen sollen noch mehr als bisher in die Breite entwickelt werden. Zur Mitarbeit haben sich bereits eine Anzahl Herren zur Verfügung gestellt. Während in Zukunft die Vorträge der ordentlichen Versammlungen gemeinverständlicher gehalten werden, will man die Fachversammlungen bewußt fachwissenschaftlich gestalten.

Der Vorsitzende erteilt darauf Herrn Dr.-Ing. Nauk das Wort zu seinem Vortrag „Dielektrische Probleme des neuzeitlichen Kondensatorbaues".

(Vortrag folgt.)

Der Vorsitzende dankt dem Vortragenden für seine interessanten Ausführungen und eröffnet die Aussprache.

(Aussprache folgt.)

Der Vorsitzende stellt fest, daß weitere Wortmeldungen nicht vorliegen, dankt den Rednern für ihre Ausführungen und schließt die Sitzung.

Neuanmeldungen
des Elektrotechnischen Vereins e. V.

Anklam, Kurt, Dipl.-Ing., Bln.-Pankow
Eschrich, Hans, Dipl.-Ing., Bln.-Tempelhof
Floto, Werner, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Hoffmann, Gerhard, Dipl.-Ing., Bln.-Friedenau
Kaufmann, Werner, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Pfeiffer, Marcel, Dipl.-Ing., Beles (Großherzogtum Luxemburg)
Schilke, Karl, Ingenieur, Teltow
Steffens, Walter, Bln.-Schöneberg
Wilhelm, Karl, Dipl.-Ing., Bln.-Tempelhof
Witte, Hans, Dr. rer. pol., Bln.-Wilmersdorf
Wortmann, Wilh., Konstrukteur, Bln.-Lichterfelde.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff.

CIGRE

Internationale Hochspannungskonferenz.
Gesamtbericht über die Tagung 1935.

Hierdurch wird bekanntgegeben, daß voraussichtlich im Januar 1936 der Gesamtbericht der diesjährigen Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz erscheinen wird. Der Gesamtbericht umfaßt 3 Bände mit je etwa 1250 Seiten und mehr als 1000 Abbildungen. Er enthält u. a. den Sammelbericht über die diesjährige Tagung, die unverkürzte Wiedergabe aller vorgelegten und erörterten Fachberichte, die stenographische Wiedergabe der Aussprache. Der Preis für den in französischer Sprache erscheinenden Gesamtbericht beträgt 375 französische Franken.

Alle interessierten Kreise werden gebeten, ihre Bestellung beim Deutschen Ausschuß der CIGRE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, bis spätestens zum 10. Dezember 1935 aufzugeben. Bei Bestellungen, die nach diesem Termin eingehen, beträgt der Preis des Gesamtberichts 450 französische Franken.

Es wird jedoch schon jetzt darauf hingewiesen, daß die für die Beschaffung des Gesamtberichtes erforderlichen Devisen später durch die einzelnen Besteller selbst angefordert werden müssen. Nähere Angaben hierüber werden wir den Interessenten noch zugehen lassen.

Deutscher Ausschuß der CIGRE.
Der Schriftführer:
Blendermann.

LITERATUR.

Besprechungen.

VDE-Fachberichte 1935. Auf der 37. Mitgliederversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker am 20., 21. und 22. Juni 1935 in den Technischen Staatslehranstalten zu Hamburg erstattete Fachberichte mit Aussprachen und den zusammenfassenden Worten der Einführenden. Mit zahlr. Abb. u. 168 S. im Format A 4. VDE Verlagsabteilung, Berlin-Charlottenburg 4, 1935. Preis f. Mitgl. kart. 6,80 RM, geb. 9 RM; f. Nichtmitgl. kart. 10,20 RM, geb. 13,50 RM.

Angesichts der Tatsache, daß nicht weniger als 47 Fachberichte auf der Hamburger VDE-Tagung erstattet wurden, können nicht einmal die Titel der einzelnen Vorträge aufgeführt werden. Um zu zeigen, wie Forschung und Fortschritt auf allen Gebieten der Elektrotechnik sich kraftvoll weiterentwickeln, seien einige der behandelten Aufgabengebiete herausgegriffen.

Gruppe Kraftwerke: Spitzendampfkraftwerke, Asynchronmaschinen im pendelnden Netz;

Gruppe Betrieb von Netzen: Regelung mit Langsam- und Schnellschaltern, Phasenschieberkondensatoren großer Leistung;

Gruppe Schaltvorgänge: Überschläge beim Abschalten von Transformatoren und Leitungen, Frequenz der wiederkehrenden Spannung;

Gruppe Bau von Netzen: Probleme infolge Einschränkung des Kupferverbrauchs, Stoßversuche an Kabeln;

Gruppe Schaltanlagen: Selbsttätige Anlagen, Aluminium-Sammelschienen für hohe Stromstärken, Zusammenschluß oder Trennung von Erdungen;

Gruppe Stromrichter: Vergleich Marxscher mit anderen Stromrichtern, Stromrichterbelastung von Hochspannungsnetzen;

Gruppe Maschinen: Propellergleichlauf über Synchronmaschinen, Geräuschanalyse von Kurzschlußmotoren;

Gruppe Bahnen: Neuzeitliche Straßenbahnsteuerungen, Einphasen-Gleichrichter für Gleichstrom-Bahnmotoren, elastische Netzkupplung;

Gruppe Antriebe und Lichttechnik: Beschleunigungs-Antriebe in Walzwerken, Anwendung des Lichtes im Signalwesen, Luft- und Seeverkehr, Beleuchtung von Autostraßen;

Gruppe Funktechnik: Rutilhaltige Kondensator-Baustoffe, Habann-Röhre, Rundfunkstörungsmessungen;



Gruppe Fernmeldetechnik: Fernbedienung über Blitzschutzseil, Nachrichtenübermittlung in Starkstromnetzen;

Gruppe Messung: Methoden für sehr hohe Spannungen, Strom- und Spannungswandler höchster Genauigkeit.

Die Herren Einführenden der einzelnen Gruppen haben sich ihrer Aufgabe mit soviel Gründlichkeit gewidmet, daß die von ihnen gegebenen Übersichten selbst zu kleinen Vorträgen geworden sind, die den Leser nicht weniger als die eigenen Fachberichte interessieren dürften.

L. Binder VDE.

Mitteilungen des Wärmetechnischen Instituts der Techn. Hochschule Darmstadt, herausg. v. Prof. Dr.-Ing. H. Voigt.

H. 1. Beitrag zur Untersuchung elektrischer Heißwasserspeicher und gasbeheizter Warmwasserbereiter. Von H. Voigt und K. Germann. Mit 16 Abb. u. 31 S. in Format A 5. Preis 1,80 RM.

H. 2. Betriebstechnische Untersuchungen elektrischer Heißwasserbereiter unter besonderer Berücksichtigung ihrer wärmetechnischen Ausnutzungsmöglichkeiten. Von K. Germann. Mit 46 Abb. u. 86 S. in Format A 5. Preis 3,50 RM.

H. 3. Betriebstechnische Untersuchungen gasbeheizter Heißwasserbereiter unter Berücksichtigung ihrer wärmetechnischen Ausnutzungsmöglichkeiten. Von H. Voigt und K. Germann. Mit 20 Abb. u. 35 S. in Format A 5. Preis 2,60 RM.

Verlag Schubert & Co./Verlags-G. m. b. H., Berlin-Pankow 1933/34.

Die beiden Verfasser haben sich in Heft 1 dieser drei Arbeiten die Aufgabe gestellt, elektrische und gasbeheizte Heißwasserbereiter außer auf zweckmäßige Bedienbarkeit und technische Ausbildung insbesondere auf die Wirtschaftlichkeit zu untersuchen und miteinander zu vergleichen. Da die Wirtschaftlichkeit der Geräte ausschlaggebend von der Art der Bedienung abhängt, werden die Einflüsse von Auslaufgeschwindigkeit, Zapfmenge und Austrittstemperatur voneinander getrennt. Dabei sind die Betriebswirkungsgrade mit und ohne Zündflamme ermittelt. — Zum wärmetechnischen Vergleich ist eine Mischwassertemperatur von 40 ° festgesetzt. Aus der zugeführten und der vom Wasser aufgenommenen Wärmemenge wird der Wärmeaufwand für gleiche Mischwassermenge ermittelt. Die Vergleichsziffer der Apparate ist dann die Wärmemenge, mit der 1 l Mischwasser erzielt wird. — Die tatsächlichen Betriebskosten sind nicht untersucht, da dieses eine rein tarifliche Angelegenheit ist.

Da, wie die Untersuchungen ergeben, jedes Gerät einen günstigsten Belastungsbereich aufweist, ist ein Vergleich nur bedingt möglich. Es ist daher in Heft 2 der Mitteilungen eine eingehende Untersuchung der elektrischen Heißwasserbereiter durchgeführt. Dabei sind alle Faktoren, die den Betriebswirkungsgrad beeinflussen können (Tagheizung, Nachtheizung, periodische Heizung, willkürliche Heizung, Dauerheizung, Zahl, Menge und Folge der Entnahmen usw.) berücksichtigt. Der Überlaufbetrieb hat das günstigste Ergebnis. Für verschiedene täglich entnommene Mischwassermengen (umgerechnet auf 40 °) ergeben sich verschiedene Betriebswirkungsgrade. Zu jedem Speicher gehört ein bestimmter günstigster Entnahmebereich. Den größten Entnahmebereich zeigen die kleinen Durchlaufspeicher, die für Haushaltsbetrieb in wärmetechnischer Hinsicht am günstigsten sind. Auf jeden Fall zeigt sich, daß bei gleichem Nutzungsgrad der Betriebswirkungsgrad mit größer werdendem Verhältnis von Heizleistung zu Wasserinhalt steigt.

In Heft 3 der Mitteilungen sind die analogen Untersuchungen an gasbeheizten Heißwasserbereitern durchgeführt. Der Betriebswirkungsgrad ergibt sich normalerweise zu 75 bis 85 % (für Speicher gegen 10 % weniger). Auch hier zeigt jedes Gerät einen bestimmten wirtschaftlichsten Bereich, der vom Zapfplan abhängig ist.

A. Wiese.

Die Edelstähle. Von Dr.-Ing. F. Rapatz. 2., gänzl. umgearb. Aufl. Mit 163 Abb. u. 112 Zahlentaf., VIII u. 386 S. in 8⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1934. Preis geb. 22,80 RM.

Der Begriff „Edelstähle" ist nicht einheitlich eng umschrieben; nach heutigem Brauch fallen unter die Bezeichnung zunächst einmal alle Stähle, die außer Kohlenstoff noch andere Elemente in größerer Menge enthalten, darüber hinaus aber auch die unlegierten Stähle, die unter einer Markenbezeichnung für bestimmte Verwendungszwecke hergestellt werden. Durch dieses umfangreiche Werkstoffgebiet wird der Leser, nachdem ihm auf den ersten 60 Seiten eine kurze Einführung in die Gefügelehre, Wärmebehandlung, Kaltreckung und Rekristallisation gegeben ist, auf zwei Wegen geleitet: einmal werden die Stähle nach den Legierungselementen unter Besprechung ihres Sondereinflusses geordnet, das andere Mal erfolgt die Vorstellung der Werkstoffe geordnet nach Gebrauchseigenschaften und Verwendungsgebiet. Auf den letzten 13 Seiten schließt sich sodann noch ein Abriß über Prüfung, Erzeugung und Stahlfehler an. Das Buch soll ein Ratgeber für Verbraucher und Erzeuger sein. Im allgemeinen ist dieses Ziel erreicht, insbesondere gilt dies dort, wo der Verfasser aus seiner großen Erfahrung heraus zu den Angaben der Literatur beigesteuert und Stellung genommen hat. Bei dem im Verhältnis zum Stoffumfang geringen Umfang des Werkes ist es dabei selbstverständlich, daß die Beratung nicht immer eine erschöpfende sein kann. Leider muß dieses gute Urteil im einzelnen z. B. für das in dieser Zeitschrift besonders interessierende Gebiet der magnetischen Werkstoffe stark eingeschränkt werden. Ein Abseitsliegen dieser Fragen für den Verfasser und die zugegeben schwierige Behandlung dieses Gebietes können hier falsche Definitionen und unklare Darstellung nicht entschuldigen. Außerdem — bei einem technischen Werk wird man kleine Unschönheiten durch unglücklichen Satzbau und Korrekturfehler übersehen — macht die Unzahl derartiger Schönheitsfehler, insbesondere wieder in einzelnen Kapiteln, die Darstellung für einen nervösen und mit der Materie nicht vertrauten Leser ungeeignet. So macht die Geschwindigkeit der Aufnahme und des Verlustes des Magnetismus bei Transformatorenstählen dem Elektrotechniker im allgemeinen kein Kopfzerbrechen; Koerzitivkräfte von 2000 bis 4000 Oersted sind entgegen der Angabe des Werkes noch sehr gesucht; den hohen Nickelgehalt des Permalloy würde man nicht bezahlen, wenn man nur einen Gewinn von 10 % an Induktion bei schwachen Feldern gegenüber Eisen hätte; die Umwandlung $\alpha - \gamma$ verläuft immer noch mit einer Verkürzung usw. Also trotz Anerkennung der Arbeit und löblicher Zielsetzung des Verfassers und des Wertes des Buches im allgemeinen, im einzelnen steht der „ideale Ratgeber" für alle Sorgen und Nöte auf dem Edelstahlgebiete durch das Werk noch nicht zur Verfügung.

O. Dahl.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e. V. (DLTG). **Berlin** (gemeinsam mit dem EV, Berlin). 5. 12. (Do), 17 h 30 m, Aula der T. H.: „Arbeitsförderung und Arbeitsfreudigkeit durch gutes Licht". Dipl.-Ing. J. Schaer.

Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft, Berlin. 3. 12. (Di), Ingenieurhaus:

1. 18 h 30 m bis 19 h: Vorführung des Tonfilms: „Die Straßen Adolf Hitlers — Vom Walde zur Straßendecke".
2. 19 h: Bericht des Technischen Ausschusses über das Ergebnis der diesjährigen Beuth-Aufgabe „Möglichkeiten der Energieversorgung der elektrischen Eisenbahnzugbetriebe".

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Wissenschaftliche Leitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 45. Wer stellt den „Wibre-Prüfer" her, ein Gerät, das als Pol- und Spannungssucher und als Röhrenprüfer dient?

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955.56.

Abschluß des Heftes: 22. November 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 5. Dezember 1935 | Heft 49

Dreiphasenschaltung für Lichtsignale.

Von Karl Meyer, Berlin.

621. 3. 025. 3 : 654. 91

Übersicht. Im Eisenbahnsicherungswesen ist es üblich, daß die verlangten Abhängigkeiten der Signale untereinander durch Stromkreise überwacht werden, die mit handbedienten oder selbsttätigen Schaltern (Relais) geschlossen oder geöffnet werden. Die Betriebssicherheit ist allgemein um so höher, je weniger Kontakte und Apparate nötig sind, die bewegliche Teile besitzen. Ganz besonders gilt dies für selbsttätige Signale, die ohne Aufsicht arbeiten und daher ganz bestimmte Bedingungen erfüllen. Nachstehend wird eine Schaltung für Lichtsignale beschrieben, die bis auf einen einzigen zwangläufigen Kontakt keine beweglichen Teile aufweist und trotzdem die geforderten Abhängigkeiten erfüllt.

An die Schaltungen für Lichttagessignale werden gewisse Forderungen gestellt, die für das Eisenbahn-Sicherungswesen von größter Bedeutung sind, denn die Sicherheit des Zugverkehrs hängt ab von dem unbedingt zuverlässigen Arbeiten der Signale. Der Übergang aus der einen in die andere Signalstellung ist beim Formsignal stetig, beim Lichtsignal dagegen sprunghaft. Der lückenlose Signalbildwechsel muß aber gewährleistet sein, um zu vermeiden, daß beim Umschalten des Haltsignals (Rot) auf das Fahrtsignal (Grün) vorübergehend das Signalbild ganz verschwindet und dabei vom Führer eines vorbeifahrenden Zuges übersehen wird. Es muß also Fahrtlicht leuchten, bevor Haltlicht erlischt und umgekehrt. Sollte aus irgendwelchen Gründen (z. B. bei durchgebrannter Fahrtlampe) das Fahrtlicht verschwinden, so muß sofort das Haltlicht erscheinen.

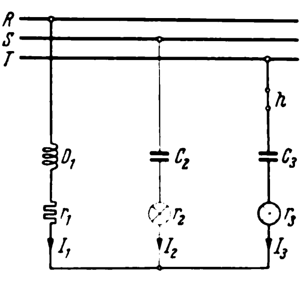


Abb. 1. Dreiphasenschaltung mit Drosselspule im gemeinsamen Zweig.

Die nachstehend beschriebene Schaltung der Lichtsignale arbeitet bei größter Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit ohne Relais, die sonst zur Herstellung dieser Signalabhängigkeiten erforderlich sind. Ferner sind bei hohem Wirkungsgrad infolge Wegfalls der bisher üblichen Relais auch die Unterhaltungskosten bedeutungslos. In Abb. 1 ist diese neue Schaltung[1]) grundsätzlich dargestellt. Der Halt- und der Fahrtstromzweig sind an verschiedene Phasen eines Mehrphasensystems angeschlossen. Der Haltstromzweig liegt mit seiner Haltlampe r_2 über die Drosselspule D_1, den Widerstand r_1 und den Kondensator C_2 an der Phase R—S, während der Fahrtstromzweig mit seiner Fahrtlampe r_3 ebenfalls über D_1 und r_1, dagegen getrennt über den Kondensator C_3 und den Schalter h an die andere Phase R—T angeschlossen ist. (r_1 ist der Widerstand, der multipliziert mit I_1^2 sämtliche Wirkverluste des Zweiges *1* ergibt.)

Bei passender Bemessung der Induktivität D_1 und der Kapazität C_3 leuchtet — bei geschlossenem Schalter h — die Fahrtlampe r_3 mit voller Stärke, während die Haltlampe r_2 erloschen ist. Wird der Fahrtstromzweig — z. B. durch Öffnen des Schalters h — unterbrochen, so erscheint sofort das Haltsignal. Der Wechsel der Signalbilder ist vollkommen selbsttätig und lückenlos, wie dies bei Lichtsignalanlagen verlangt wird. Irgendwelche Hilfseinrichtungen, wie Relais oder dgl., sind überflüssig.

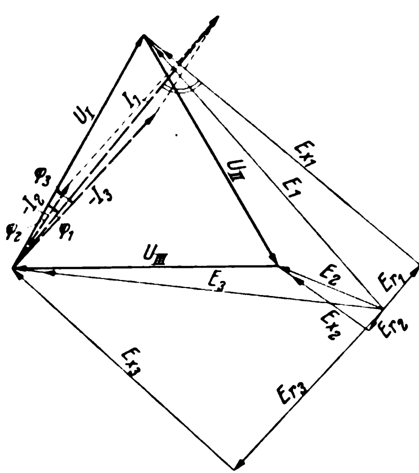


Abb. 2. Allgemeines Vektorbild der Dreiphasenschaltung.

Die Wirkungsweise beruht darauf, daß in der Drosselspule D_1 eine Selbstinduktionsspannung induziert wird, die in geometrischer Addition mit der Klemmenspannung des Haltstromkreises zum Aufleuchten der Haltlampe nicht ausreicht. Über die elektrischen Verhältnisse gibt das allgemeine Vektordiagramm Abb. 2 Auskunft. Dabei bedeuten:

U_I, U_{II}, U_{III} die Phasenspannungen des Netzes,
I_1, I_2, I_3 die Ströme,
E_1, E_2, E_3 die Teilspannungen,
r_1, r_2, r_3 die Wirkwiderstände,
x_1, x_2, x_3 die Blindwiderstände,
z_1, z_2, z_3 die Scheinwiderstände der einzelnen Zweige.

Unter Zugrundelegung eines symmetrischen Dreiphasennetzes, wie dies allgemein zur Verfügung steht, kann geschrieben werden:

$$\mathfrak{U}_I = \mathfrak{J}_1 \mathfrak{z}_1 - \mathfrak{J}_3 \mathfrak{z}_3 = + \mathfrak{U}_I[\cos \omega t + j \sin \omega t] \quad (1)$$

$$\mathfrak{U}_{II} = \mathfrak{J}_2 \mathfrak{z}_2 - \mathfrak{J}_1 \mathfrak{z}_1 = + \mathfrak{U}_I[\cos(\omega t - 120°) + j \sin(\omega t - 120°)] \quad (2)$$

$$\mathfrak{U}_{III} = \mathfrak{J}_3 \mathfrak{z}_3 - \mathfrak{J}_2 \mathfrak{z}_2 = + \mathfrak{U}_I[\cos(\omega t - 240°) + j \sin(\omega t - 240°)] \quad (3)$$

Aus den Gl. (1) bis (3) lassen sich für $t = 0$ in Verbindung mit der Elementargleichung

$$\mathfrak{J}_1 + \mathfrak{J}_2 + \mathfrak{J}_3 = 0 \quad (4)$$

[1]) DRP. 536 037.

die einzelnen Teilströme nach Größe und Phase eliminieren:

$$\mathfrak{I}_1 = \frac{\mathfrak{U}_I}{\mathfrak{z}_1\mathfrak{z}_2 + \mathfrak{z}_2\mathfrak{z}_3 + \mathfrak{z}_1\mathfrak{z}_3}\left(\mathfrak{z}_2 + \mathfrak{z}_3\frac{1+j\sqrt{3}}{2}\right) \quad (5)$$

$$-\mathfrak{I}_2 = \frac{\mathfrak{U}_I}{\mathfrak{z}_1\mathfrak{z}_2 + \mathfrak{z}_2\mathfrak{z}_3 + \mathfrak{z}_1\mathfrak{z}_3}\left(\mathfrak{z}_3\frac{1+j\sqrt{3}}{2} - \mathfrak{z}_1\frac{1-j\sqrt{3}}{2}\right) \quad (6)$$

$$-\mathfrak{I}_3 = \frac{\mathfrak{U}_I}{\mathfrak{z}_1\mathfrak{z}_2 + \mathfrak{z}_2\mathfrak{z}_3 + \mathfrak{z}_1\mathfrak{z}_3}\left(\mathfrak{z}_1\frac{1-j\sqrt{3}}{2} + \mathfrak{z}_2\right). \quad (7)$$

Der Scheinwiderstand z_2 des Haltstromzweiges ist infolge der Widerstandsveränderung der Haltlampe r_2 selbst eine Funktion des Zweigstromes I_2. In praktischen Fällen ist dies jedoch bedeutungslos, da der die Haltlampe r_2 durchfließende Strom I_2, wie nachstehend behandelt, gleich Null werden kann. Zu diesem Zweck setzt man $\mathfrak{I}_2 = 0$, also

$$\mathfrak{I}_1 = -\mathfrak{I}_3 \quad (8)$$

und erhält nach Kürzung des gemeinsamen Faktors

$$\mathfrak{z}_1 = -\mathfrak{z}_3\frac{1-j\sqrt{3}}{2} \quad (9)$$

und beim Übergang auf reelle Werte

$$z_1 = z_3\sqrt{\frac{1}{4} + \frac{3}{4}} = z_3. \quad (10)$$

Dabei beträgt der Phasenverschiebungswinkel zwischen z_1 und z_3, da $\operatorname{tg}\varphi_{z_1/-z_3} = -\sqrt{3}$,

$$\varphi_{z_1/-z_3} = -60°. \quad (11)$$

Die in Abb. 1 dargestellte Schaltung der Lichtsignale ermöglicht demnach bei zweckmäßiger Bemessung der einzelnen Konstanten eine vollständige und zuverlässige Löschung des Haltsignals bei leuchtendem Fahrtsignal.

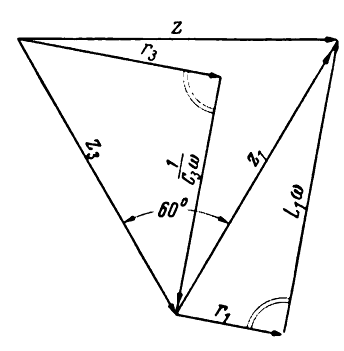


Abb. 3. Allgemeines Widerstandsbild für $I_2 = 0$.

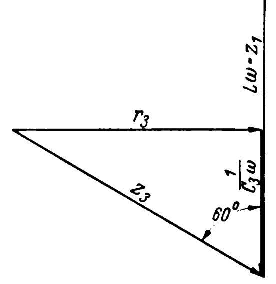


Abb. 4. Widerstandsbild für $I_2 = 0$ und $r_1 = 0$.

Abb. 3 zeigt das Vektordiagramm der Widerstände. Die zur völligen Löschung des Haltlichts erforderlichen Bedingungen, nämlich $z_1 = z_3$ sowie $\varphi_{z_1/-z_3} = -60°$ sind hierbei erfüllt. Im allgemeinen sind die Werte für r_1 und r_3 bekannt. Aus Abb. 3 oder auch aus Abb. 2 lassen sich die Werte der Scheinwiderstände ablesen.

Da
$$\mathfrak{z}_1 = r_1 + j\,L_1\,\omega \quad (12)$$
und
$$\mathfrak{z}_3 = r_3 - j\frac{1}{C_3\,\omega}, \quad (13)$$
ist der Gesamtscheinwiderstand

$$\mathfrak{z} = \mathfrak{z}_1 + \mathfrak{z}_3 = r_1 + r_3 + j\left(L_1\,\omega - \frac{1}{C_3\,\omega}\right). \quad (14)$$

Setzen wir die Werte für $\mathfrak{z}_1$ und $\mathfrak{z}_3$ aus den Gl. (12) und (13) in die Gl. (9) ein, so folgt Gl. (15), aus der sich $L_1\,\omega$ und $\frac{1}{C_3\,\omega}$ errechnen lassen.

$$r_1 + \frac{r_3}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2\,C_3\,\omega} = j\left(\frac{1}{2\,C_3\,\omega} + r_3\frac{\sqrt{3}}{2} - L_1\,\omega\right). \quad (15)$$

Gl. (15) ist erfüllt, wenn der reelle Teil jeder Seite der Gleichung für sich gleich Null wird, und wir erhalten so

$$\frac{1}{C_3\,\omega} = \frac{2\,r_1 + r_3}{\sqrt{3}} \quad (16)$$

$$L_1\,\omega = \frac{2\,r_3 + r_1}{\sqrt{3}}. \quad (17)$$

Abb. 4 zeigt das Widerstandsbild unter der Voraussetzung, daß der ohmsche Widerstand des Zweiges *1* gleich Null wird. Entwickelt man hieraus das Spannungsbild, so erhält man das Vektorbild Abb. 5. Die an der Fahrtlampe r_3 liegende Spannung erreicht also ein Minimum, d. h. es wird das Verhältnis von Netzspannung zu Lampenspannung ein Minimum, wenn bei $I_2 = 0$ der Wirkwiderstand des Zweiges *1* gleich Null wird. Bezeichnet man dieses Verhältnis mit b, so wird bei verlustloser Drosselspule D_1

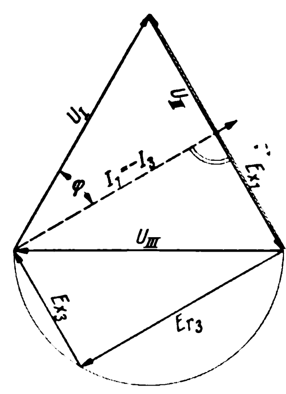


Abb. 5. Spannungsbild für $I_2 = 0$ und $r_1 = 0$.

$$b = \frac{U_{III}}{E_{r_3}} = \frac{2}{\sqrt{3}}. \quad (18)$$

Mit Rücksicht auf die unvermeidlichen Verluste wird r_1 immer einen gewissen endlichen Wert annehmen. Gewöhnlich wird

$$1{,}2 < b < 1{,}4. \quad (19)$$

In dem folgenden praktischen **Beispiel** sind die auftretenden Konstanten sowie die Ströme nach Größe und Phase berechnet, wobei wieder $I_2 = 0$ eingesetzt wird. Gegeben sind:

$$r_1 = 40\,\Omega$$
$$r_3 = 240\,\Omega$$
$$I_1 = -I_3 = 0{,}5\text{ A}$$
$$E_{r_3} = 120\text{ V}$$
$$f = 50\text{ Hz.}$$

Aus Gl. (16) und (17) folgt:

$$\frac{1}{C_3\,\omega} = 185\,\Omega,$$
$$L_1\,\omega = 300\,\Omega.$$

Der gesamte Scheinwiderstand des Fahrtstromzweiges errechnet sich nach Gl. (14) zu

$$z = \sqrt{(r_3 + r_1)^2 + \left(L_1\,\omega - \frac{1}{C_3\,\omega}\right)^2} = 302{,}8\,\Omega.$$

Hat die Haltlampe dieselbe Leistung wie die Fahrtlampe, so wird ebenfalls der Betrag des gesamten Scheinwiderstandes im Haltstromzweig der gleiche wie im Fahrtstromzweig.

Die verkettete Spannung (Netzspannung) wird somit:

$$U_I = I\,z = 0{,}5 \cdot 302{,}8 = 151{,}4\text{ V.}$$

Die Phase von I_1 ist durch die Gl. (5) gegeben. (Zur Vereinfachung ist $z_2 = 0$ angenommen; die Rechnung mit einem endlichen Wert von z_2 würde zu demselben Ergebnis führen, da z_2 aus der Rechnung herausfällt.) Es ist:

$$\mathfrak{z}_1 = 40 + j \cdot 300, \qquad \mathfrak{z}_3 = 240 - j \cdot 185$$

zu setzen.

Man erhält dann:

$$\mathfrak{I}_1 = \mathfrak{U}_I \cdot (3{,}06 - j \cdot 1{,}26) \cdot 10^{-3}$$

$$\operatorname{tg}\varphi_{I_1/U_I} = -0{,}412, \quad \varphi_{I_1/U_I} = -22°\,23'.$$

Wird in Abb. 5 der Strom I_1 gegenüber der Phasenspannung U_I um den Winkel φ dadurch voreilend gemacht, daß u. a. die Drosselspule D_1 durch einen Kondensator ent-



sprechender Größe ersetzt wird, so steht I_1 senkrecht auf U_{III}. Dabei ist E_{x_1} der Spannung U_{III} gleich und entgegengesetzt, so daß $\mathfrak{J}_3 = 0$, anderseits $\mathfrak{J}_2 = -\mathfrak{J}_1$ wird. Dies bedeutet aber nichts anderes als die Umkehrung des Vorgangs, indem bei Vertauschen der Drosselspule in Abb. 1 gegen einen entsprechenden Kondensator und der Kondensatoren C_2 und C_3 gegen entsprechende Drosselspulen lediglich ein Vertauschen von 2 Zuleitungen zum Netz erforderlich ist, um der mit r_2 bezeichneten Lampe wieder die Bedeutung der zu löschenden Haltlampe zuzuschreiben[2]).

Die vorstehend beschriebene Dreiphasen-Lichtsignalschaltung gibt die Möglichkeit, ein besonderes Notsignal (Ersatzhaltsignal) vorzusehen, das selbsttätig aufleuchtet, sobald das Haupthaltlicht infolge irgendeiner Störung, z. B. infolge Durchbrennens, versagt. Einfach und sicher geschieht dies dadurch, daß parallel zum Haupthaltsignal ein Ersatzhaltsignal r_4 über einen Blindwiderstand D_4 geschaltet wird[3]) (siehe Abb. 6). Würde — bei geöffnetem Schalter h — bei dieser Schaltung die Hauptlampe r_2 durchbrennen, so würde sofort der Haltstrom über den Ersatzzweig D_4—r_4 fließen. Der Blindwiderstand D_4 wird zweckmäßig so bemessen, daß der über den Ersatzzweig fließende Strom der Nennleistung der Ersatzlampe entspricht. Anderseits dient der Blindwiderstand D_2 bei unbeschädigter Hauptlampe r_2 dazu, den über r_2 fließenden Strom I_2' auf den Nennwert zu bringen. Dem Blindwiderstand D_2 kommt demnach eine andere Bedeutung zu als dem Blindwiderstand D_3, der, wie wir oben gesehen haben, bei der Löschung der Haltlampe mitwirkt und dafür besonders bemessen sein muß.

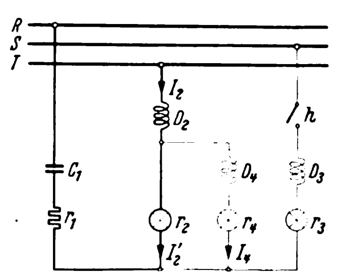


Abb. 6. Dreiphasenschaltung mit Kondensator im gemeinsamen Zweig und Ersatzhaltsignal.

Werden die Signallampen als Niederspannungslampen über besondere Signaltransformatoren gespeist, so sind unter r_2 und r_4 die auf die Primärseite der Transformatoren reduzierten Sekundär- plus Primärwiderstände unter Berücksichtigung der Eisenverluste zu verstehen.

Zwecks einwandfreier Löschung der Ersatzhaltlampe r_4 durch das parallelgeschaltete Hauptsignal r_2 wird der Wirkwiderstand zweckmäßig zu

$$r_2 = r_4 = 0{,}25 r_3 \qquad (21)$$

angenommen. Der die Ersatzhaltlampe durchfließende Reststrom I'_4 beträgt dabei nur rd. 20 % des Nennwertes, ihre Restspannung dagegen nur etwa 4 % der Nennspannung, wenn man eine Widerstandsverminderung um rd. 80 % berücksichtigt. Die Ersatzlampe ist dabei vollkommen erloschen.

Die in Abb. 6 dargestellte Schaltung der Ersatzhaltlampe bietet außer der zuverlässigen Wirkungsweise große Vorteile auch hinsichtlich des Leistungsverbrauchs. Die bei den bisher angewandten Schaltungen vorhandenen Vorschaltwiderstände verursachen nicht unerhebliche Verluste und damit höhere Betriebskosten. Außerdem brennt die Ersatzlampe dann immer mit stark verminderter Spannung und erreicht nicht ihre volle Helligkeit.

Die Dreiphasenschaltung wurde erstmalig von der Firma Orenstein & Koppel AG., Berlin, bei den Lichttagessignalen im selbsttätigen Streckenblock der Berliner S-Bahn (Abschnitt Wannsee—Schlachtensee) angewandt.

Die Steuerung eines zweiten Stromkreises in der beschriebenen Art läßt sich selbstverständlich auch für andere Zwecke anwenden, wo durch die Öffnung eines Stromkreises ein zweiter eine bestimmte Wirkung auslöst.

Zusammenfassung.

Die beschriebene Dreiphasenschaltung zeigt, daß ein Signal auf einfache und sichere Weise von einem anderen Signal abhängig gemacht werden kann, wobei nur ruhende Teile verwendet werden. Der Wechsel zwischen Fahrt- und Haltsignal vollzieht sich unter der Wirkung phasenverschobener Ströme durch Betätigung eines einzigen Kontaktes. Dabei ist der Aufwand bedeutungslos bei günstigem Wirkungsgrad. Der Stromkreis über die zweite Signallampe ist praktisch stromlos; dadurch wird außer anderem hier ein Kontakt erspart, der sonst zu erheblichen Betriebsstörungen führen kann. Die Schaltung erlaubt weiter, ein Notsignal vorzusehen, das sich bei Versagen des Hauptlichtes von selbst einschaltet.

2) DRP. 537 822.
3) DRP. 582 674, DRP. 539 381.

Über die Messung effektiver Spannungswerte mit der Kugelfunkenstrecke.

Von **E. Hueter** VDE und **M. Nolte** VDE, Darmstadt.

621. 317. 728

Übersicht. Es wird über Messungen berichtet, die den Zusammenhang zwischen den theoretisch berechneten und praktisch gemessenen Kräften klären sollen. Es ergibt sich ein sehr einfaches Eichverfahren für den Kugelspannungsmesser.

Die in dieser Zeitschrift[1]) beschriebene Meßeinrichtung ist inzwischen eingehend weiter untersucht worden. Die Messungen wurden durchgeführt an zwei Geräten, das eine mit Kugeln von 25 cm Durchmesser, das andere mit solchen von 100 cm Durchmesser ausgerüstet. Von den Ergebnissen seien im folgenden die wichtigsten ganz kurz wiedergegeben.

Die praktisch gemessenen Zugkräfte sind im allgemeinen von den nach Thomson[2]) theoretisch für freischwebende schaftlose Kugeln im unendlichen Raum ermittelten erheblich verschieden. Ursache hierfür ist der Einfluß der Umgebung, also des endlichen Raumes, der in ihm befindlichen Gegenstände, der Zuleitungen und auch wohl der Kugelschäfte. Je nach den Raumverhältnissen und der Potentialverteilung können jedoch unter Umständen die praktisch auftretenden Kräfte sich den theoretischen Werten sehr stark nähern[3]).

Die auftretenden Kräfte lassen sich in drei Teilkräfte aufspalten:

1. Kraft zwischen Umgebung und oberer Kugel,
2. Kraft zwischen Umgebung und unterer Kugel und
3. Kraft zwischen den beiden Kugeln.

Auch für die Teilkräfte gilt, daß im allgemeinen die theoretischen Werte mit den praktischen auch nicht an-

1) ETZ 55 (1934) S. 833.
2) **A. Palm**, Arch. techn. Messen (1935) J. 760—1. **William Thomson**, Reprint of Papers in Electrostatics and Magnetism. S. 86.

3) Wenn Sorensen, Hobson und Ramo [Electr. Engng. 54 (1935) S. 651; Electr. Wld., N. Y., 104 (1934) S. 68; Bericht ETZ 56 (1935) S. 1055] annähernde Übereinstimmung zwischen den gemessenen Zugkräften und den nach Thomson berechneten Werten finden, so dürfte dies wahrscheinlich darauf beruhen, daß zufällig die verschiedenen Einflüsse der Umgebung sich gegenseitig nahezu aufgehoben haben.



nähernd übereinstimmen; dies gilt insbesondere auch für die Kraft zwischen beiden Kugeln. Die Kraft zwischen der Umgebung und einer Kugel hat sogar vielfach praktisch entgegengesetztes Vorzeichen wie bei Thomson. Auch hier können sich natürlich unter Umständen die verschiedenen Einflüsse der Umgebung untereinander mehr oder minder annähernd ausgleichen.

Die unter denkbar verschiedenen Umständen durchgeführten Messungen hatten jedoch merkwürdigerweise immer das Ergebnis, daß die praktisch gemessene Kraft, aufgetragen in Abhängigkeit vom Abstand s der Kugeln, bei konstanter Spannung sowohl zwischen den Kugeln wie auch gegen den Raum sich von den entsprechenden Thomsonschen Werten immer nur um einen sehr angenähert konstanten, vom Kugelabstand unabhängigen Betrag unterscheidet. Abb. 1 zeigt als Beispiel das Ergebnis eines derartigen Versuches. Die Kurve der Differenz zwischen theoretischen und praktischen Werten ist über den größten Teil der Abszisse konstant; sie weicht erst bei kleinen Kugelabständen ab. Letzteres dürfte dadurch zu erklären sein, daß hier die Messungen wegen des sonst eintretenden Überschlages mit kleiner Spannung und dementsprechend kleinen Kräften und Auslenkungen mit verminderter Genauigkeit durchgeführt werden mußten; ferner ergibt sich in diesem Gebiete die Differenz der Kräfte nach Umrechnung der Ergebnisse des Versuches auf die Sollspannung aus der Subtraktion zweier verhältnismäßig großer Größen als kleiner Betrag, so daß kleine, wegen der nie ganz konstanten Spannung unvermeidliche Fehler sich sehr stark auswirken müssen.

Abb. 1. Funkenstrecke mit Kugeln von 25 cm Dmr., Spannung 100 kV, untere Kugel geerdet, Kraft an der oberen gemessen.

Festzustellen ist also, daß nach den bisherigen Messungen für konstante Spannung sehr angenähert gilt:

$$P_{pr} = P_{th} + C,$$

worin P_{pr} und P_{th} die praktische und die nach Thomson errechnete Kraft, C eine Konstante bedeuten; mit anderen Worten, die Kurve $P_{pr} = f(s)$ ergibt sich aus der Kurve $P_{th} = f(s)$ durch eine Verschiebung parallel zu sich selbst in Richtung der Ordinatenachse; beide Kurven stimmen der Form nach überein (Abb. 2). Ob es sich hierbei um ein streng oder nur annähernd gültiges Gesetz handelt, und ob es gelingen wird, es gegebenenfalls theoretisch zu beweisen, muß zunächst dahingestellt bleiben.

Daraus folgt aber sofort weiter, daß, wenn schon die praktischen und theoretischen Kräfte nicht übereinstimmen, so doch die Differenz der Kräfte für zwei verschiedene Abstände übereinstimmt. Bezeichnen die Indizes 1 und 2 die Zugehörigkeit zu dem einen oder anderen Kugelabstand, so ist also

$$\Delta P_{th} = P_{th_1} - P_{th_2} = \Delta P_{pr} = P_{pr_1} - P_{pr_2}.$$

ΔP_{th} läßt sich leicht nach Thomson berechnen; als Funktion der Spannung aufgetragen ist die Kurve eine reine Parabel, da sämtliche Kräfte dem Quadrat der Spannung proportional sind[4]). Zur Eichung der Meßfunkenstrecke ist es also nur nötig, das Federmeßwerk durch aufgelegte Gewichte zu eichen und dann ΔP_{pr} durch eine Messung bei zwei verschiedenen Kugelabständen, jedoch konstanter Spannung zu ermitteln. Die Größe der Spannung, mit der der Versuch gemacht wurde, läßt sich dann aus der nach Thomson ermittelten Kurve sofort ablesen oder aus der Gleichung der Parabel bestimmen. Damit ist die Anordnung ohne Zuhilfenahme eines Normalgerätes geeicht. Gelingt es, theoretisch das Obige zu beweisen, so wäre diese Eichung eine absolute, andernfalls entspricht ihre Genauigkeit der Genauigkeit der Messungen, durch die die Konstanz von ΔP ermittelt wurde[5]). So bietet sich auch eine äußerst einfache Möglichkeit, die Eichung jederzeit nachzuprüfen.

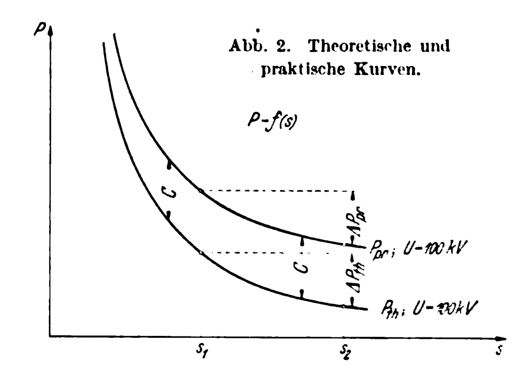


Abb. 2. Theoretische und praktische Kurven.

Zusammenfassung.

Zahlreiche Messungen haben ergeben, daß die berechneten und gemessenen Kräfte zwar im allgemeinen nicht übereinstimmen, sich aber bei veränderlichem Kugelabstand stets um einen konstanten Betrag unterscheiden. Auf Grund dieses Ergebnisses läßt sich die Meßeinrichtung sehr einfach durch Ermittlung der Zugkraftdifferenz bei zwei verschiedenen Abständen eichen.

[4]) Dies gilt für die praktische Anordnung nur dann, wenn die Auslenkung der Kugeln unter dem Einfluß der Zugkraft vernachlässigbar gegenüber dem Abstand ist. Bei zweckmäßiger Konstruktion läßt sich das leicht verwirklichen, anderenfalls ist es bequem möglich, aus den Lichtzeigerangaben die Auslenkung zu bestimmen und entsprechend zu korrigieren. Bei den ausgeführten Meßgeräten ist die Auslenkung vernachlässigbar.

[5]) Bei den durchgeführten Messungen wurde die Spannung auf der Oberspannungsseite des Transformators durch kapazitive Spannungsteilung bestimmt. Der Meßfehler dürfte höchstens 1% betragen. An dieser Stelle sei der Firma Hartmann & Braun, die freundlicherweise einen Normalkondensator für 500 kV leihweise zur Verfügung stellte, bestens gedankt.

Die Anwendungen piezoelektrischer Kristalle in der Elektrotechnik.

Von **E. Hormann**, Berlin.

537. 228. 1 : 621. 3

Übersicht. Piezoelektrische Kristalle haben in den letzten Jahren für die Elektrotechnik ständig an Bedeutung gewonnen. In vielen Fällen sind sie schlechthin unentbehrliche Hilfsmittel geworden. Deshalb wird im folgenden ein Überblick über ihre wichtigsten Eigenschaften und Anwendungen gegeben.

1. Einleitung.

Bereits im Jahre 1782 berichtet Hauy[1]) über das Entstehen freier Elektrizität, wenn Kristalle mechanischen Kräften unterworfen werden. Der Effekt wurde jedoch nicht weiter untersucht und geriet schließlich völlig in Vergessenheit. So nennt man mit Recht die Brüder I. und P. Curie die Entdecker der Piezoelektrizität. Sie fanden 1880 bei pyroelektrischen Untersuchungen an Kristallen, daß pyroelektrische Kristalle, wenn sie mechanisch durch Druck oder Zug beansprucht werden, sich auf bestimmten Flächen elektrisch aufladen[2]) (direkter Piezoeffekt). Sie untersuchten diese Eigenschaft bei einer großen Zahl von Kristallen und fanden die ersten Gesetzmäßigkeiten. Kurz nach der Veröffentlichung der Brüder Curie, noch im Jahre 1881, sagte Lippmann[3]) auf Grund theoretischer Betrachtungen voraus, daß umgekehrt ein piezoelektrischer Kristall in einem elektrischen Feld mechanische Verformung zeigen muß (reziproker Piezoeffekt). Die Richtigkeit dieser Voraussage wurde ebenfalls von den Curies experimentell bestätigt. Praktische Anwendung fand die Piezoelektrizität zunächst kaum. Erst 1918 verwendete Languevin den Effekt zur Erregung von Ultraschallwellen in Wasser und Cady 1922 zur Stabilisierung elektrischer Oszillatoren. Damit begann die weite Verbreitung und Anwendung der Piezokristalle in der Elektrotechnik.

2. Allgemeine Eigenschaften piezoelektrischer Kristalle.

Die Piezoelektrizität hat ihre Ursache in einem Verschieben der Ionengitter des Kristalls gegeneinander. Im nicht verformten Zustand heben sich die elektrischen Momente nach außen hin auf. Erst bei einer Verformung ist eine Wirkung nach außen festzustellen. Es gibt eine sehr große Zahl piezoelektrischer Kristalle. Praktische Bedeutung haben Quarz, Turmalin und Seignettesalz (Rochellesalz) erlangt. Unter ihnen ist der Quarz weitaus am wichtigsten, weshalb die nachfolgenden Betrachtungen fast ausschließlich auf ihn angewandt werden sollen.

Abb. 1 zeigt in idealisierter Darstellung einen Quarzkristall in Seitenansicht und Querschnitt. Z ist die „optische" Achse, X, X', X'' sind die drei „elektrischen" Achsen und Y, Y', Y'' die „neutralen" Achsen. Die X- und die Y-Achsen bilden unter sich einen Winkel von 120° und gegeneinander einen von 30°. Man schneidet Quarzscheiben oder -stäbe vor allem nach zwei verschiedenen Schnitten aus dem Kristall: dem X-Schnitt, auch Curie-Schnitt oder Orientierung I genannt (Abb. 1a und 1b) und dem Y-Schnitt (Orientierung II, Abb. 1c). Im ersten Fall liegt die Scheibe quer zu einer der X-Achsen, im zweiten Fall in ihrer Richtung. Übt man auf eine nach Abb. 1a, b geschnittene Scheibe einen senkrecht zu ihr wirkenden Druck P aus, so bilden sich auf den beiden Flächen elektrische Ladungen entgegengesetzten Vorzeichens aus. Kehrt man den Druck in einen Zug um, so wechseln die Ladungen das Vorzeichen. Die von den Curies gefundenen Gesetze besagen nun, daß

1. die Polarisation der auftretenden Ladung Q senkrecht zur optischen Achse steht, unabhängig von Art und Richtung der mechanischen Beanspruchung,
2. daß eine parallel zur optischen Achse verlaufende mechanische Beanspruchung keine Elektrizitätsmenge freimacht und
3. daß die elektrische Ladung Q gegeben ist durch

$$Q = \delta P = \delta p F.$$

Hierbei sind: δ die piezoelektrische Konstante,
P die ausgeübte Kraft in kg,
p „ „ „ „ kg/cm²,
$F = yz$ (Abb. 1a) die Kristallfläche.

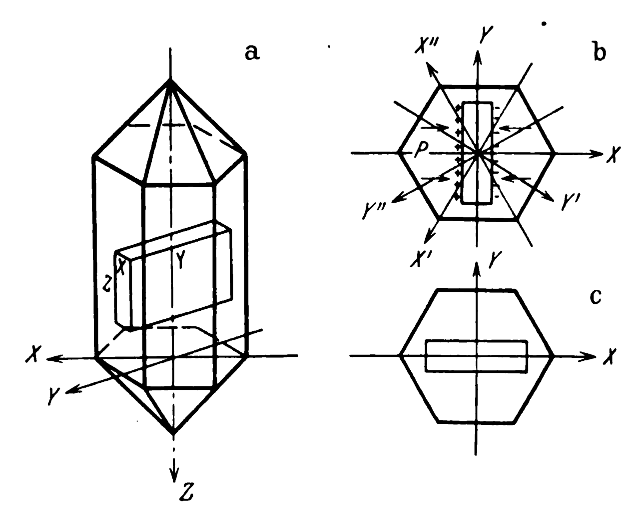


Abb. 1. Quarzkristall; b X-Schnitt, c Y-Schnitt.

Die piezoelektrische Konstante gibt an, wieviel Elektrizität bei einem piezoelektrischen Kristall freigemacht wird, wenn er mit 1 kg/cm² belastet wird.

δ hat in den einzelnen Achsen verschiedene Werte.

In der wirksamsten Achse wird

bei Quarz	$\delta \approx 6{,}5 \cdot 10^{-2}$	elektrostat. Ladungseinheiten/kg
„ Turmalin	$\delta \approx 11 \cdot 10^{-2}$	„
„ Seignettesalz	$\delta \approx 1000 \cdot 10^{-2}$	„

Die piezoelektrischen Wirkungen bei Seignettesalz sind also um über 2 Zehnerpotenzen größer als beim Quarz. Trotzdem wird es, vor allem seiner schlechten mechanischen Eigenschaften wegen, nur wenig benutzt.

Die betrachtete Quarzscheibe werde mit 10 kg/cm² belastet. Ihre Fläche F sei 4 cm², ihre Kapazität zwischen den Flächen, wenn dort metallische Belegungen angebracht werden, 10 cm. Dann ist die freiwerdende Elektrizitätsmenge:

$$Q = 6{,}5 \cdot 10 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ elektrostat. Ladungseinheiten}$$

und somit die Spannung U zwischen den beiden Belegungen:

$$U = \frac{Q}{C} = 26 \cdot 10^{-2} \text{ elektrostat. Ladungseinheiten}$$
$$26 \cdot 300 \cdot 10^{-2} = 78 \text{ V}.$$

Man nennt den beschriebenen Vorgang den direkten Piezoeffekt. Bringt man statt der mechanischen Bean-

[1]) Gehler: Physikal. Wörterbuch 3 (1827) S. 255.
[2]) C. R. Acad. des Sci., Paris, 91 (1880) S. 294 u. 383.
[3]) Ann. Physique Chimie 24 (1881) S. 145

spruchung an die Metallbelegungen eine Spannung U, so treten in Richtung der X- und Y-Achse einander entgegengesetzte Verformungen auf (reziproker Piezoeffekt) derart, daß das Gesamtvolumen des Quarzes konstant bleibt. Die Verformung Δ_L in Richtung der X-Achse (Längseffekt) ist:

$$\Delta_L = 0{,}34 \cdot 10^{-9}\, U \text{ in mm/Volt},$$

die Verformung in der Y-Achse (Quereffekt)

$$\Delta_Q = 2{,}15 \cdot 10^{-9}\, \frac{y}{x}\, U \text{ in mm/Volt}.$$

x und y sind die der Y- bzw. X-Achse parallelen Abmessungen der Scheibe. Man muß also recht beachtliche Spannungen anlegen, um leicht meßbare Formänderungen zu erhalten.

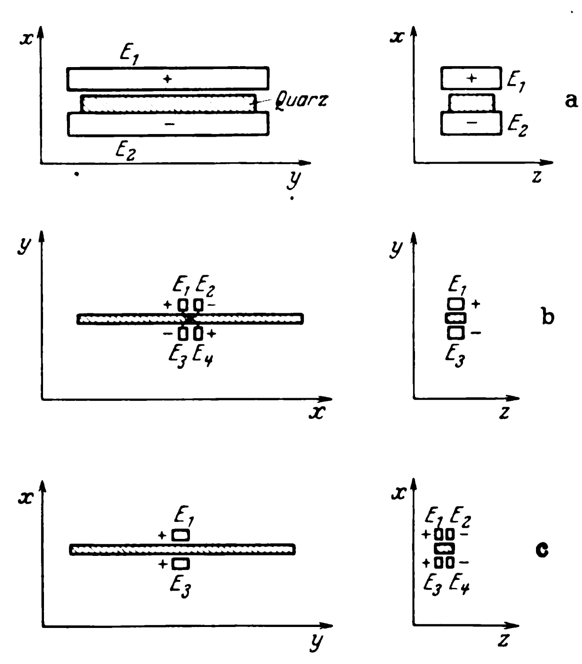


Abb. 2. Erregen von Longitudinal- (a), Transversal- (b) und Torsionsschwingungen (c) an Quarzstäben (nach G i e b e und S c h e i b e).

Bringt man statt der statischen Beanspruchung an die Quarzscheibe eine Wechselbeanspruchung, so erhöhen sich die Wirkungen ganz wesentlich, sobald man in die Eigenresonanz f der Scheibe kommt. Diese ist:

$$f = \frac{1}{2\,x} \sqrt{\frac{E_x}{\varrho}} \text{ Hertz}.$$

Der Elastizitätsmodul E_x in der X-Achse ist:

$$E_x = 7{,}87 \cdot 10^{11} \text{ dyn/cm}^2,$$

die Dichte ϱ $= 2{,}65 \text{ g/cm}^3$.

Somit wird

$$f = \frac{2{,}705}{x} \cdot 10^6 \text{ Hertz (hierbei } x \text{ in mm)}$$

oder, in Wellenlängen ausgedrückt, $\lambda \approx 110 \cdot x$ Meter. Das heißt, eine Scheibe von 1 mm Stärke schwingt mit einer Eigenwelle von 110 m.

Man nennt diese Schwingungsart Dickenschwingungen, da die Eigenwelle hierbei durch die Dicke x der Quarzscheibe bestimmt ist. Daneben können Quarze, besonders in Form von Stäben, auch in Longitudinalschwingungen erregt werden, derart, daß die Schwingung längs der Stabachse erfolgt und somit die Länge des Stabes die Frequenz bestimmt. Die Vielheit der Schwingungsformen von Quarzstäben ist eingehend von G i e b e und S c h e i b e[4]) untersucht worden. Als Beispiel möge Abb. 2 gelten. Abb. 2 a zeigt, wie sich Longitudinalschwingungen längs der Y-Achse eines Quarzstabes anregen lassen. Da die längsten Stäbe, die man aus Quarzkristallen schneiden kann, etwa 10 cm lang sind, beträgt die längste so zu erzeugende Eigenwelle etwa 11 000 m, die Eigenfrequenz also 27 000 Hz. Tiefere Frequenzen (herab bis zu 1000 Hz) erregt man durch Transversal- oder Biegeschwingungen, bei denen sich die schwingenden Teilchen senkrecht zur Feldrichtung bewegen (Abb. 2 b). Tritt eine Verdrehung längs einer Achse auf, so spricht man von Torsionsschwingungen, deren Anregung Abb. 2 c zeigt. Damit sind nur die grundsätzlichen Schwingungsmöglichkeiten erwähnt. Da der Elastizitätsmodul des Quarzes in den verschiedenen Richtungen verschieden ist, hängt die Eigenwelle einer Quarzscheibe gegebener Abmessungen auch davon ab, ob man sie wie in Abb. 1 parallel zur Z-Achse schneidet oder unter einem Winkel geneigt. Jedoch kann auf diese Fragen hier nicht weiter eingegangen werden.

[4]) Z. Physik 46 (1928) S. 604.

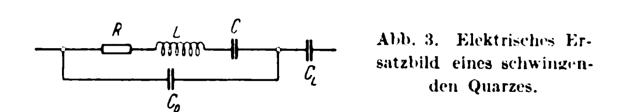


Abb. 3. Elektrisches Ersatzbild eines schwingenden Quarzes.

Das elektrische Ersatzbild eines schwingenden Quarzes ist nach Arbeiten von D y k e und D y e[5]) eine Reihenschaltung einer kleinen Kapazität C und einer großen Induktivität L mit einem Verlustwiderstand R (Abb. 3). Ist der Quarz zwischen zwei Elektroden gefaßt, so ist die statische Elektrodenkapazität durch die Parallelschaltung einer Kapazität C_0 zu erfassen. Und befindet sich zwischen Quarz und Elektroden ein Luftspalt, so ist in Reihe mit dem bisherigen Ersatzschaltbild die Luftspaltkapazität C_L zu schalten. Die Konstanten des Schaltbildes lassen sich auf Grund theoretischer Betrachtungen unschwer berechnen[6]), aber auch experimentell bestimmen[7]).

S t r a u b e l[8]) gibt für Quarz folgende Zahlen an:

λ	L	C	C_0
= 2 m	= 801 cm	= 1,390 cm	= 208 cm
10	100 175	0,278	42
40	6 411 170	0,069	10

Das Verhältnis C_0/C ist etwa 140. Es fällt auf, daß L/C einen außergewöhnlich hohen, mit sonstigen elektrischen Schwingungskreisen nicht erreichbaren Wert besitzt. Die Dämpfung $d = \pi R \sqrt{C/L}$ ist somit bei Quarzen ganz außerordentlich klein ($d \approx 10^{-3}$ bis $0{,}5 \cdot 10^{-4}$), also etwa 100mal kleiner als bei anderen elektrischen Kreisen. Hierin ist die Ursache für die gute frequenzstabilisierende Wirkung von Quarzen bei ihrer Anwendung in Schwingkreisen zu suchen. Es sei erwähnt, daß grundsätzlich das Quarzersatzbild auch durch einen Parallelschwingungskreis an Stelle des Reihenschwingungskreises dargestellt werden kann.

Da $C_0 \gg C$, ist fast ausschließlich C für die Resonanzfrequenz bestimmend. Kleine Änderungen von C_0 (Röhrenwechsel) haben somit einen nur verhältnismäßig kleinen Einfluß.

Eine interessante Erscheinung findet Dye[5]) bei Änderung des Luftspaltes zwischen Quarz und Elektroden. Bei Vergrößerung des Luftspaltes wird C_L kleiner, die Frequenz somit größer, da ja C_L in Reihe mit C liegt. Hierbei ist aber auffallend (Abb. 4), daß die Frequenz neben kontinuierlichen auch wiederkehrende sprunghafte Änderungen zeigt. Jedesmal, wenn der Luftspalt ein ganzzahliges Vielfaches der halben Wellenlänge der Luftbewegung im Luftspalt ist ($\lambda = v/f = 0{,}0069$ cm), bilden sich im Luftspalt stehende Wellen aus, die eine Beeinflussung der Frequenz

[5]) V i g o u r e u x: Quartz Resonators and Oszillators, S. 43, London 1931.
[6]) Luftf.-Forschg. 8 (1930) S. 121.
[7]) Elektr. Nachr.-Techn. 5 (1928) S. 45.
[8]) Funk (1933) S. 217.

und gleichzeitig eine Erhöhung der Dämpfung zur Folge haben.

Eine der wichtigsten Daten für die Eignung eines Quarzkristalls ist die Größe seines Temperaturkoeffizienten. Je nach der Abmessung des Quarzes und der Schnittart kann er einige $10 \cdot 10^{-6}$ oder sehr viel weniger als $1 \cdot 10^{-6}$, kann er positiv oder negativ sein. Erst in neuerer Zeit gelang es, die Bedingtheiten des Temperaturkoeffizienten klarer zu erkennen. So fand unter anderen Forschern Bechmann[9]), daß der Temperaturkoeffizient (TK.) von Platten, die unter einem bestimmten Winkel geschnitten werden, sogar Null werden kann. Als Beispiel hierfür zeigt Abb. 5 die Abhängigkeit des Faktors $f\,d$ und des TK. einer Quarzscheibe vom Winkel, den ihre Normale mit der Z-Achse bildet. Die Scheibe ist nach dem Y-Schnitt aus dem Kristall geschnitten. d ist ihre Dicke in mm, f ihre Eigenfrequenz in kHz. Abb. 5 zeigt, daß der TK. zwischen $\pm 80 \cdot 10^{-6}$ schwankt und bei zwei bestimmten Winkeln den Wert Null aufweist.

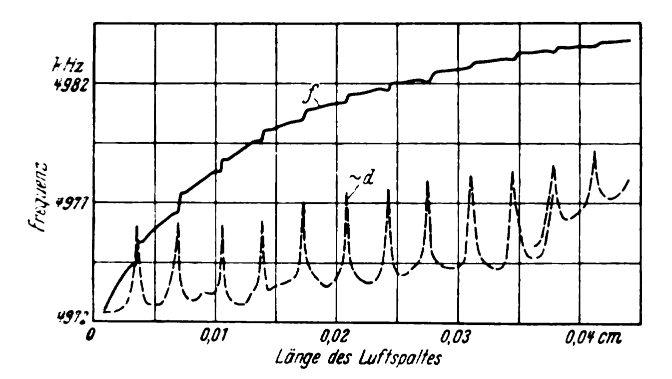


Abb. 4. Abhängigkeit der Frequenz und Dämpfung von der Länge des Luftspaltes (nach Vigoureux).

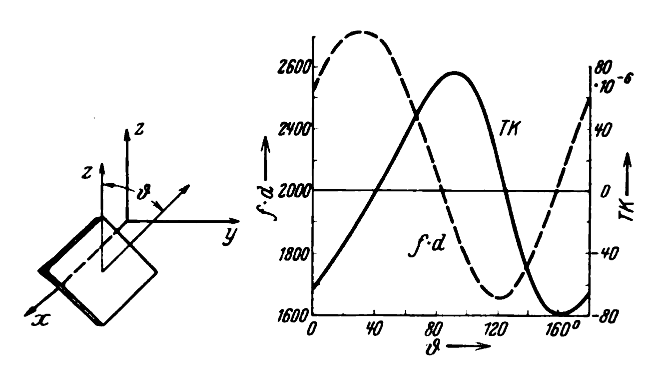


Abb. 5. Einfluß des Schnittwinkels auf den Temperaturkoeffizienten (nach Bechmann).

Man hat recht verschiedene Arten der Halterung und des Anbringens der Elektroden verwendet, je nach der Form des Quarzes und seiner Anwendung. Quarzscheiben legt man zumeist mit leichtem Druck gegen flache Metallelektroden, oder man haltert sie mit feinen Spitzen, die in eine Rille am Umfang der Scheibe einsetzen. Häufig bringt man die Elektroden durch metallische Zerstäubung unmittelbar auf den Quarz auf, um so einen Luftspalt zu vermeiden. Größere Quarzstäbe faßt man nach Giebe und Scheibe am vorteilhaftesten dadurch, daß man sie an feinen Seidenfäden aufhängt, die an den Stellen der Schwingungsknoten herumgelegt werden.

3. Anwendungen des direkten piezoelektrischen Effektes.

Messung mechanischer Größen. Man hat mit großem Erfolg versucht, mit Hilfe des direkten Piezoeffektes mechanische Größen zu messen. So führen Kluge und Linkh[10]) als Anwendungen bei ihren Versuchen an:

1. unmittelbare Messung von Kräften:
   Messen von Schnittdrücken beim Abdrehen eines Werkstückes,
   von Auflagekräften (hieraus das Anlaufmoment eines Motors),
   von Stoßkräften,
   von Gasdrücken bei Explosionsmotoren,
   von Schwingungskräften (z. B. am Fundament eines Motors).
2. Beschleunigungsmessung aus Trägheitskräften,
   Drehbeschleunigungsmessung bei Anlaufen und Abbremsen von Motoren,
   Erschütterungsmesser.
3. Messung von kleinen Dehnungen.

Languevin[11]) gibt an, daß er auf piezoelektrischem Wege Messungen von Kräften von einem Bruchteil eines Gramm bis hinauf zu 30 t hat durchführen können; so maß er die Schwankungen des menschlichen Blutdruckes und die Beanspruchung von Eisenbahnschienen durch die darüber hinwegrollenden Wagen. Der Vorteil des piezoelektrischen Indikators dem sonst üblichen mechanischen gegenüber liegt in der äußerst geringen Trägheit. Er gibt somit die Möglichkeit, auch schnelle Schwingungen formgetreu aufzuzeichnen, bei denen ein mechanischer Indikator versagen würde. Ein weiterer Vorteil ist die bis zu höchsten Drücken stets strenge Proportionalität zwischen der mechanischen Beanspruchung und der Elektrizitätsmenge.

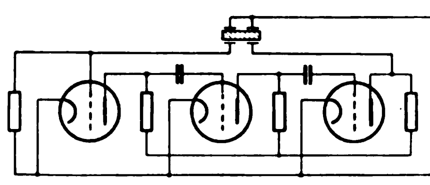


Abb. 6. Cady-Schaltung.

Auch die Versuche, piezoelektrische Schalldosen und Mikrophone zu bauen, sind hier zu nennen[11a]). Eine wirtschaftliche Bedeutung haben sie bisher jedoch nicht erlangt.

Oszillatoren. Die weitaus wichtigste Anwendung finden Quarzkristalle bei der Stabilisierung von Sendern als „Oszillatoren" und zur Überwachung von Frequenzen als „Resonatoren". Ihre Wirkung beruht hier auf einer Wechselwirkung zwischen dem direkten und dem indirekten Piezoeffekt. 1922, gerade zur Zeit, als die Frage der Frequenzkonstanz wegen der erhöhten Senderleistung und -zahl von größter Wichtigkeit werden sollte, erkannte Cady[12]) die Möglichkeit, mit Hilfe der piezoelektrischen Sendersteuerung ganz außerordentlich hohe Frequenzkonstanzen zu erzielen. Die von ihm benutzte Schaltung zeigt Abb. 6. Sie lieferte nur sehr geringe Hochfrequenzleistung. Interessant ist, daß sie ohne Schwingungskreise auskommt. Die heute weitaus verbreitetste Schaltung, auf die sich auch die meisten anderen zurückführen lassen, ist die Pierce-Schaltung (Abb. 7 a). Wie Abb. 7 b zeigt, bei der der Quarz durch sein Ersatzschaltbild ersetzt ist, ist diese Schaltung identisch bei der bei kurzen Wellen viel verwendeten Huth-Kühn-Schaltung. Es sei daran erinnert[13]), daß bei dieser Schaltung nur dann eine Selbsterregung eintreten kann, wenn die Kreise *1* und *2* induktiv sind, da die Rückkopplung über die innere Röhrenkapazität C_{ga} stets kapazitiv ist (Senderschaltung mit induktiver Spannungsteilung). Ist umgekehrt die Rückkopplung induktiv, so müssen die Kreise *1* und *2* kapazitiv sein (kapazitive

---

[9]) Hochfrequenztechn. 44 (1934) S. 145.

[10]) Forsch.-Arb. Ing.-Wes. 2 (1931) S. 153.
[11]) Rev. gén. Électr. 37 (1935) S. 3.
[11a]) Vgl. ETZ 56 (1935) H. 26, S. 744.
[12]) Proc. Inst. Radio Engr. 10 (1922) S. 83.
[13]) Barkhausen: Elektronen-Röhren Bd. 3, 3. u. 4. Aufl., S. 23; Leipzig, S. Hirzel 1935.



Spannungsteilung). Hieraus folgt sofort, da in der Pierce-Schaltung der Quarzwiderstand resultierend eine induktive Komponente haben muß, daß die sich einstellende Senderfrequenz f größer als die Eigenfrequenz des Quarzes f_Q sein muß (Reihenschaltung!). Hingegen ist f kleiner als die Eigenfrequenz f_A des Anodenschwingkreises, so daß auch dessen Impedanz induktiv ist (Parallelschaltung!). Verfolgt man das Verhalten bei verschiedenen Frequenzen, so ergibt sich folgendes Bild: Außerhalb der Quarzresonanz schwingt der Sender nicht. Nur in der Quarzresonanz oder in deren Nähe entsteht durch die etwa 1000fache Resonanzüberhöhung eine große mechanische Beanspruchung des Quarzes und damit rückwirkend wieder eine so große Spannung, daß ein dauerndes Schwingen des Senders möglich wird. Außerhalb der Resonanz ist der Widerstand von Kreis *1* kapazitiv, da dann die große Kapazität C_0 die Phase bestimmt. Genau in der Resonanz ist die Phase gleich Null. Aber bei einer Frequenz kurz oberhalb der Eigenfrequenz ist die Phase induktiv, der Sender kann sich erregen.

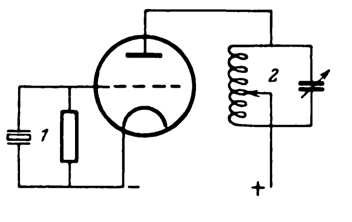


Abb. 7. Pierce-Schaltung

Abb. 8. Verhalten eines Quarzsenders bei der Abstimmung.

Die Frequenz des Senders wird fast allein durch den Quarz bestimmt und ist nur wenig von Kreis *2* abhängig. Dieser muß nur stets induktiv sein. Nähert sich die Schwingkreisfrequenz durch Vergrößern des Drehkondensators der Senderfrequenz, so steigt die Amplitude; da sich die Verstärkung erhöht, vergrößert sich aber auch die Frequenzbeeinflussung. Kurz vor Erreichen der Senderfrequenz f reißt der Sender ab (Abb. 8, links).

Man legt bisweilen den Quarz zwischen Gitter und Anode (Abb. 9), statt wie bei der Pierce-Schaltung zwischen Gitter und Kathode. Jetzt ist Kreis *1* kapazitiv, also muß Kreis *2* ebenfalls kapazitiv und die Quarzimpedanz induktiv sein (kapazitive Spannungsteilung). Im Gegensatz zur Pierce-Schaltung erregt sich eine Frequenz, die größer ist als die Eigenfrequenz f_A des Anodenschwingungskreises. Nähert sich die Schwingkreisfrequenz der Quarzfrequenz, so ist wieder eine merkliche, jedoch entgegengesetzt wirkende Beeinflussung der Senderfrequenz festzustellen. Abb. 8 zeigt das grundsätzliche Verhalten der beiden Schaltungen.

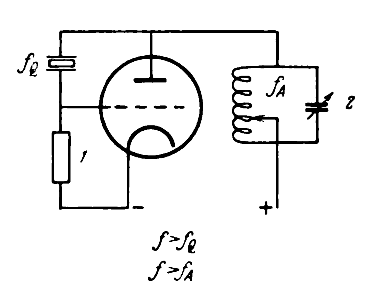


Abb. 9. Quarzsender mit kapazitiver Spannungsteilung.

Bei sehr langen Wellen macht es bisweilen Schwierigkeiten, den Quarz zum Schwingen zu bringen. Man hilft sich dann in der Art, daß man eine schwache zusätzliche Rückkopplung anbringt, die jedoch ohne den Kristall nicht ausreichen würde, um den Sender zum Schwingen zu bringen.

Verwendet man die Pierce-Schaltung für sehr kurze Wellen (unter etwa 5 m), so muß man parallel zu C_{ga} noch einen kleinen Kondensator legen. Bei Quarzen für sehr kurze Wellen wird C_e recht groß, z. B. 200 cm und mehr. Da der Widerstand des Kristalls während des Schwingens noch kleiner ist als $1/\omega C_0$, im Vergleich hierzu $1/\omega C_{ga}$ aber sehr groß ist ($C_{ga} \approx 5$ cm), ist der Rückkopplungsfaktor des Senders sehr klein. Er muß dadurch erhöht werden, daß man C_{ga} künstlich durch Parallelschalten eines weiteren Kondensators vergrößert. Die kürzesten mit Quarzen erzeugten Wellen sind etwa 3 m, mit Turmalin kam Straubel[14,15]) bis etwa 1,2 m. Die Grenze nach kürzesten Wellen hin ist durch die Unmöglichkeit gegeben, so dünne Platten noch genügend gleichmäßig zu schleifen.

Viele Schaltungsmaßnahmen erstreben eine Erhöhung der von der Senderstufe abgegebenen Hochfrequenzleistung, ohne daß hierbei der Quarz infolge Überlastung springt. Crossley[16]) schlägt vor, statt des Gitterableitewiderstandes eine Drossel und eine Gitterbatterie zu verwenden; damit konnte er Stufen von 100 W aussteuern. Das gleiche bezweckt eine von Kusunose und Ishikawa[17]) angegebene Schaltung (Abb. 10). Schaltet man nach Abb. 10 b in die Gitterleitung eines normalen selbsterregten Senders (Abb. 10 a) einen Parallelschwingungskreis, so setzt die Schwingung aus, wenn die Senderfrequenz mit der Eigenfrequenz des Parallelkreises zusammenfällt. Liegt (Abb. 10 c) parallel zum Schwingungskreis ein Quarz der gleichen Frequenz, so besitzt er im engen Frequenzgebiet seiner Reihenresonanz einen kleinen Widerstand und hebt also die sperrende Wirkung des Schwingungskreises auf. Es gelang, mit dieser Schaltung unmittelbar gesteuerte Stufen von 100 W und mehr aufzubauen. In neuerer Zeit hat man mehrfach die Quarzsteuerung auch bei „elektronengekoppelten" Sendern angewandt und hierdurch Vorteile hinsichtlich der Senderleistung und der Konstanz erzielt[18]). Vor allem bei ultrakurzen Wellen haben sich Schaltungen dieser Art gut bewährt[15]).

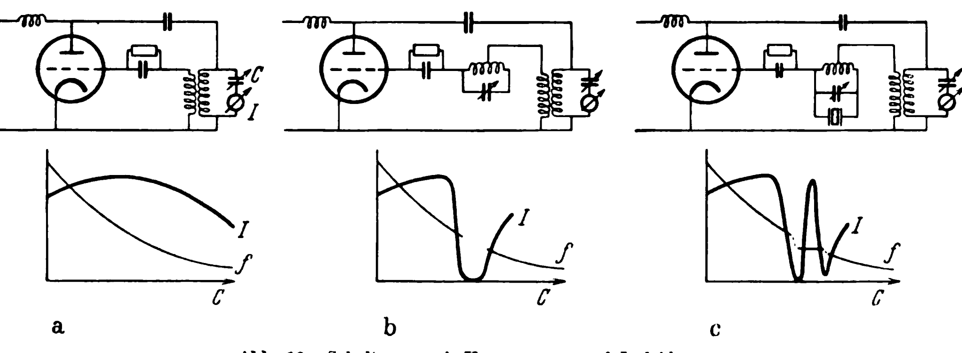
Es ist heute ohne Schwierigkeiten möglich, mit Hilfe der Kristallsteuerung Sender zu bauen, die über lange Zeiträume mit einer Konstanz von 10^{-6} bis 10^{-7} laufen, deren Frequenz also beispielsweise bei einer Eigenfrequenz von 10^6 Hz nur um 0,1 bis 1 Hz schwankt. Der Gleichwellenrundfunk braucht Konstanzen von $1 \cdot 10^{-8}$. Auch das läßt sich mit einigem Aufwand jetzt schon erreichen, so daß anzunehmen ist, daß man in absehbarer Zeit jegliche Fernsteuerung beim Gleichwellenrundfunk wird fallen lassen können. In der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt laufen mehrere von Scheibe und Adelsberger[19]) gebaute Quarzsender, deren Konstanz über Stunden mit 10^{-9} und sogar noch weniger angegeben werden kann. Nach mehrfacher Frequenzteilung treiben sie elektrische Uhren mit einer Genauigkeit, die selbst die der astronomischen Zeitmessung übertrifft.

[14]) Physik. Z. 32 (1931) S. 937.
[15]) Rev. sci. Instrum. 5 (1934) S. 281.
[16]) Wie Fußnote 5.
[17]) Proc. Inst. Radio Engr. 20 (1932) S. 310.
[18]) Funk (1934) S. 485.
[19]) Hochfrequenztechn. 43 (1934) S. 37. Elektr. Nachr.-Techn. 12 (1935) S. 83.



Bei Superhetempfängern für Flugzeuge verwendeten v. Handel, Krüger und Plendel[20]) mit Erfolg einen quarzgesteuerten Oszillator. Es gelang hierdurch, die Erschütterungsempfindlichkeit ganz wesentlich herabzusetzen.

Als Resonatoren haben Quarze weiteste Verbreitung in der von Giebe und Scheibe geschaffenen Form der Leuchtresonatoren gefunden[21]). Sie verwendeten zum Beispiel Quarze und Elektrodenanordnungen, wie sie in



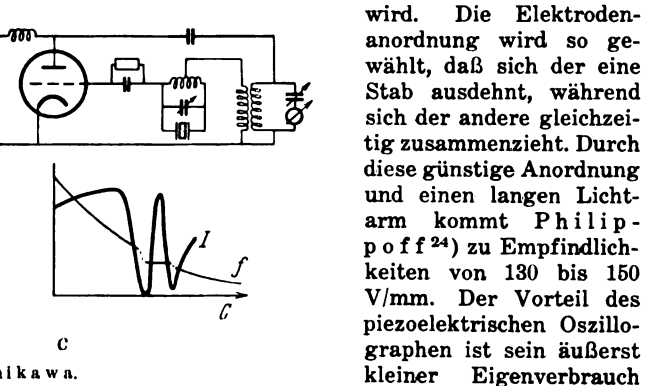


Abb. 10. Schaltung nach Kusunose und Ishikawa.

Abb. 2 dargestellt sind. Der Quarz wird in einem auf 10 bis 15 mm Quecksilberdruck evakuierten Glaskolben untergebracht, da ja zum Anregen eines Glimmlichtes bei verdünnter Luft eine wesentlich niedrigere Anregungsspannung genügt. Legt man an die Elektroden eine Wechselspannung von der Eigenfrequenz des Quarzes, so erregt sich der Quarz durch den reziproken Piezoeffekt zu starken mechanischen Schwingungen. Hierbei entsteht durch den direkten Piezoeffekt eine so hohe Spannung, daß eine Glimmentladung an den Stellen größter Schwingungsamplituden eintritt. Die hierdurch primär benötigte Spannung beträgt etwa 20 bis 30 V. Wird die induzierte Spannung zu groß, so entsteht ein „Elektrodenglimmlicht", das mit dem „Quarzleuchten" nichts zu tun hat und an einer falschen Stelle die Quarzresonanz vortäuschen kann. Die optimale Frequenzbreite dieser Leuchtresonatoren ist etwa 1 bis $5 \cdot 10^{-6}$, d. h. daß bei losester Kopplung ein Abweichen um die Hälfte dieses Betrages von der Resonanzfrequenz genügt, um das Leuchten zum Erlöschen zu bringen. Leuchtresonatoren sind äußerst handliche, konstante und in der Bedienung einfache Frequenznormale für Frequenzen von etwa 1000 Hz bis hinauf zu kurzen Wellen. Durch die oben erwähnte Möglichkeit, Resonatoren in Oberwellen zu erregen, erhält man mit nur wenig Quarzstäben eine recht große Zahl von Normalfrequenzen.

4. Anwendungen des reziproken piezoelektrischen Effektes.

Eine der frühesten Anwendungen der Piezoelektrizität stammt von Languevin[22]), der in Ultraschallwellen erregte Quarze zu Unterwasser-Schallverbindungen, zum Schutz gegen Minen, Felsen, Eisberge usw. verwandte. Die eine Elektrode stand mit dem Wasser in leitender Verbindung, die andere war gegen das Wasser isoliert. Die schwingende Quarzfläche war etwa 800 cm² groß. Sie wurde durch Aneinanderreihen mehrerer Quarzstäbe geschaffen. Die Sendefrequenz betrug 40 000 Hz. Zum Empfang diente eine ähnliche Anordnung (direkter Piezoeffekt).

Eine andere Anwendung ist der piezoelektrische Oszillograph, von dem Ausführungen besonders von Wynn-Williams und Wood bekanntgeworden sind[23]). Die Längenänderung infolge des reziproken piezoelektrischen Effektes ist äußerst klein. Sie beträgt selbst beim Längseffekt, wie oben erwähnt, nur:

$$\Delta_L = 2{,}15 \cdot 10^{-9} \frac{y}{x} U \text{ in mm/Volt.}$$

Man verwendet deshalb zweckmäßig zwei schräg zugespitzte Kristallstäbe, gegen deren Schneiden mit der Kraft einer kleinen Feder ein winziger Spiegel gedrückt wird. Die Elektrodenanordnung wird so gewählt, daß sich der eine Stab ausdehnt, während sich der andere gleichzeitig zusammenzieht. Durch diese günstige Anordnung und einen langen Lichtarm kommt Philippoff[24]) zu Empfindlichkeiten von 130 bis 150 V/mm. Der Vorteil des piezoelektrischen Oszillographen ist sein äußerst kleiner Eigenverbrauch (Blindverbrauch etwa 0,4 VA) und seine hohe Eigenfrequenz, die man unschwer auf über 10 000 Hz legen kann.

Die Curies benutzten bereits zwei so aufeinandergeklebte Quarzplatten, daß nach Anlegen einer Spannung die eine sich verkürzte, die andere aber verlängerte, beide sich somit durchbogen, zum Messen von Spannungen von 1000 V und mehr.

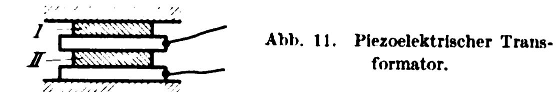


Abb. 11. Piezoelektrischer Transformator.

Meyers[25]) beschreibt einen piezoelektrischen Transformator, der die hohe zu messende Spannung auf einen brauchbaren Wert herabsetzt, bevor sie einem Braunschen Rohr zur Aufzeichnung zugeführt wird. Abb. 11 zeigt die Anordnung: An die Platte *I* ist die zu untersuchende Spannung angelegt. Infolge des reziproken piezoelektrischen Effekts dehnt sie sich aus und überträgt die Ausdehnung über eine Metallelektrode auf eine zweite Quarzplatte *II*. An dieser entsteht je nach dem Übertragungsmaß eine der ersten Spannung proportionale, jedoch kleinere Spannung, die nun dem Braunschen Rohr zugeführt wird.

Wegen ihrer großen Resonanzschärfe eignen sich Quarze auch zum Aufbau von Kettenleitern, deren verschiedenste Schaltungsmöglichkeiten ausführlich Meason[26]) untersucht und beschrieben hat.

Zusammenfassung.

Die wesentlichsten Eigenschaften piezoelektrischer Kristalle, der direkte und der reziproke Piezoeffekt, die Resonanzfrequenz, die Schwingungsformen, das elektrische Ersatzbild, der Temperaturkoeffizient usw. werden besprochen. Dann folgt eine Zusammenstellung der bekanntesten Anwendungen. Es ist zu trennen zwischen den Anwendungen des direkten (Indikator, Schalldose, Mikrophon, Oszillator, Resonator) und des reziproken (Ultraschallwellengenerator, Oszillograph, Voltmeter usw.) piezoelektrischen Effektes. Die erste Gruppe hat eine wesentlich größere Bedeutung erlangt. Zweifellos am wichtigsten ist der Piezokristall in seiner von Cady gefundenen Anwendung als Oszillator geworden.

[20]) Hochfrequenztechn. 34 (1929) S. 1.
[21]) Vgl. ETZ 54 (1933) S. 710.
[22]) Rev. gén. Électr. 23 (1928) S. 623.
[23]) Über die Anwendung als Schwingungsmesser vgl. ETZ 56 (1935) H. 37, S. 1025.
[24]) Arch. techn. Messen (1932) I 035-4.
[25]) Marconi Rev. (1934) H. 51.
[26]) Bell Syst. techn. J. 13 (1934) S. 405.

Bremsproben für Straßenbahnmotoren.

Von K. Töfflinger VDE, Berlin.

621. 333-592. 001. 4

Übersicht. Seit langem wird gefordert, daß alle Straßenbahnmotoren, die im Betrieb auch zum Bremsen dienen, bereits im Prüffeld einer besonderen Bremsprobe unterworfen werden sollen. Die bisher hierzu üblichen Proben waren so umständlich, daß sie schon aus wirtschaftlichen Gründen nicht allgemein verwendet wurden, oder sie befriedigten nicht alle technischen Ansprüche. Im folgenden werden die im Prüffeld der Siemens-Schuckertwerke durchgeführten Versuche mit Bremsproben beschrieben, die den technischen und wirtschaftlichen Bedingungen besser entsprechen.

1. Zweck der Bremsprobe.

Will man den Bremsbetrieb im Prüffeld vollkommen nachahmen, so muß der Motor mit einem Schwungrad gekuppelt werden, dessen Bewegungsarbeit gleich der des Fahrzeugs ist. Ein Prüfstand mit einer derartigen Einrichtung ist nicht billig, auch kostet jede Probe Aufbau- und Ausrichtarbeit. Da solche Versuche kostspielig sind, werden sie selbst in großen Prüffeldern stets nur an einzelnen Motoren jeder Baureihe vorgenommen.

Wenn es also notwendig erscheint, allgemein eine Bremsprobe für Straßenbahnmotoren vorzuschreiben, so muß dafür ein Verfahren ermittelt werden, das die wirtschaftlich gegebenen Grenzen nicht überschreitet. Da niemand darauf verzichten wird, jeden Motor im Prüffeld wie bisher einige Zeit unter Last laufen zu lassen, braucht die Bremsprobe nur nachzuweisen, daß der Motor sich selbst erregen kann und den besonderen Stromwendungsbedingungen des Bremsens genügt.

Die Selbsterregung hängt von der Form der Magnetisierungskurve ab, Motoren mit großem Luftspalt erregen sich schwerer. Ist aber einmal der Luftspalt zu groß geraten, so erkennt man diesen Fehler bereits bei der Belastungsprobe an der zu hohen Drehzahl. Ferner hängt die Selbsterregung stark von der Güte aller im Bremsstromkreis liegenden Kontakte ab, demnach mehr von den Fahrschaltern und der ganzen übrigen Wagenausrüstung als von den Motoren selbst. So haben Erregungsproben an den Motoren allein lediglich begrenzten Wert. Hauptaufgabe der Bremsprobe bleibt also die Darstellung der Stromwendungsbedingungen. Bekannt ist, daß beim Bremsen große Klemmenspannungen auftreten, aber sie verursachen höchstens bei ohnehin schon schadhaften Maschinen Isolationsdurchschläge, werden also praktisch nur durch Überschläge am Stromwender gefährlich.

2. Die Bremsbeanspruchungen.

a) Klemmenspannung und Strom. — Nach den R. E. B.[1]) soll der Bahnmotor, falls bei der Bestellung nicht ausdrücklich anders vereinbart wurde, bei Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs nicht schneller als mit seiner doppelten Nenndrehzahl, also $2\,n$, laufen. Wird dabei mit dem Stundenstrom I gebremst, so liefert der Motor an der Welle etwa sein Stundenmoment M als Bremsmoment, und dabei entsteht als Klemmenspannung ungefähr die doppelte Nennspannung, $2\,U$. Infolge der verschiedenen Verluste im Motor wird das Bremsmoment noch etwas größer und die Klemmenspannung geringer, wie es etwa Abb. 1 zeigt.

Für den gewöhnlichen Betrieb reicht das Stundenmoment M meistens zum Bremsen aus. Im Gefahrfall muß es jedoch bis zur Schleudergrenze der Achsen gesteigert werden, vielleicht, bei gutem Schienenzustand, bis auf $3\,M$: Dann entsteht bei der Höchstgeschwindigkeit $2\,n$ nach Abb. 1 die Klemmenspannung 2,4 U.

Es überrascht danach, wenn mitunter von viel höheren Bremsspannungen, wie 4 oder 5 U, berichtet wird. Sie können nur entstehen, wenn die Höchstgeschwindigkeit $2\,n$ erheblich überschritten oder mit noch größerem Moment als $3\,M$ gebremst wurde. Allerdings ist bei solchen Berichten auch zu beachten, daß es sich um Spannungsspitzen kurzer Dauer handelt, die sich mit gewöhnlichen Meßgeräten nicht mehr messen lassen. Das Überschreiten der Höchstgeschwindigkeit kann keine Grundlage zur Entwicklung einer Bremsprobe bilden, da $2\,n$ als Grenze durch die R. E. B. festgelegt ist.

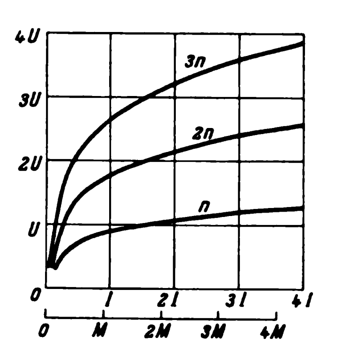


Abb. 1. Klemmenspannung, Strom, Drehmoment und Drehzahl bei der Widerstandsbremse.

Wenn die Fahrer unbedacht eine zu hohe Bremsstufe einschalten, also „durchreißen", so rutschen die Räder, aber im ersten Augenblick reichen die Massen von Anker, Vorgelege und Achse aus, um eine hohe Klemmenspannung kurzzeitig hervorzurufen. Da jedoch jeder Überschlag eine gewisse Zeit zur Entwicklung braucht, soll man die unmittelbare Gefährlichkeit solcher Spannungsspitzen nicht überschätzen.

b) Belastungsdauer. — Sehr viele Straßenbahnmotoren haben weniger als 150 Stege, also eine mittlere Stegspannung von 15 bis 18 V. Verdoppelt man die Klemmenspannung, so steigt die mittlere Stegspannung auf 30 bis 36 V, also auf mehr als 20 V, und Rundfeuer ist mit Bestimmtheit zu erwarten, wenn man die Spannung nicht innerhalb weniger Sekunden wieder hinabregelt[2]).

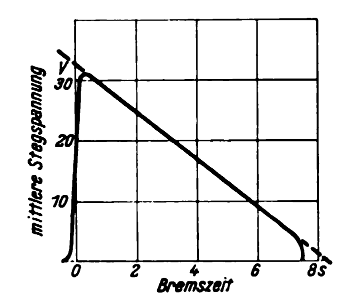


Abb. 2. Beispiel für die Änderung der mittleren Stegspannung während des Bremsens.

Wie gering die zeitliche Dauer hoher Bremsspannungen im Betrieb ist, zeigt folgendes Beispiel: Wenn man einen Straßenbahnwagen, dessen Höchstgeschwindigkeit 45 km/h betrage, mit 1,5 I abbremst, so dürfte die Verzögerung etwa 1,5 m/s² erreichen, der Wagen also nach 8,4 s zum Stehen kommen. War die mittlere Stegspannung beim Bremsbeginn 33 V, so ist sie nach Abb. 2 innerhalb von 3,3 s bereits auf 20 V gefallen, also auf den Wert, der auch für längere Betriebszeiten noch als Rundfeuergrenze gelten kann.

Dies trifft nur für die Verzögerungsbremse zu. Beim Bremsen auf langen Gefällen fährt man nicht mit Höchstgeschwindigkeit, benutzt auch keine so hohen Bremskräfte, so daß überhaupt keine besonders hohen Bremsspannungen entstehen können.

Da auch gute Motoren eine Klemmenspannung von $2\,U$ nicht immer längere Zeit aushalten, wird es unmöglich, für solche Spannungen eine längere Prüfdauer als wenige Sekunden vorzuschreiben. Andernfalls wäre man gezwun-

[1]) VDE 0535/1930.

[2]) Trettin, Siemens-Jahrbuch 1927, S. 85.

gen, die Anzahl der Stege wesentlich zu erhöhen, damit würden Preis und Gewicht des Straßenbahnmotors steigen, und schließlich könnte man niedrige Motoren von etwa 250 mm Ankerdurchmesser für 550 V überhaupt kaum mehr bauen.

c) Zusätzliche Kommutierungsspannungen. — Durch jede Feldänderung wird in den kommutierenden Ankerwindungen eine Spannung induziert, die vom Wechselstrom-Bahnmotor als „transformatorische EMK" bekannt ist. Sie kann lebhaftes Bürstenfeuer hervorrufen, sobald sie die Größenordnung von wenigen Volt erreicht. Bei den schlagartigen Stromänderungen, die für heftiges Bremsen kennzeichnend sind, erzeugt sie häufig lebhafte Funken, die jeden Überschlag am Kommutator in hohem Maße begünstigen.

Ganz ähnlich wirkt die Erscheinung, daß das Wendefeld schnellen Stromänderungen nicht zu folgen vermag. Man hat also beim Stromanstieg Unter-, beim Abfall Überkommutierung und in beiden Fällen eine weitere Verstärkung des Bürstenfeuers und der Überschlagsneigung.

Solche zusätzlichen Kommutierungsspannungen sind von großer Bedeutung, denn sie können einen Überschlag herbeiführen, auch wenn die Klemmenspannung nicht größer als U ist. Es ist daher wichtig, sie bei der Bremsprobe zu erfassen, und das ist nur möglich, wenn bei der Probe mindestens gleich schnelle Stromänderungen entstehen wie beim betriebsmäßigen Bremsen.

3. Entwicklung von Bremsproben.

Wenn man eine stete Last von ganz kurzer Dauer, z. B. von 2 s, vorschreibt, so wird es äußerst schwierig, die Belastung einzustellen und nachzuprüfen. Ferner werden dabei die wichtigen zusätzlichen Kommutierungsspannungen nicht berücksichtigt.

Diese Schwierigkeiten werden vermieden, wenn man die Drehzahl beim Beginn des Bremsvorgangs, den Bremswiderstand und die Schwungmasse vorschreibt. Will man kein Schwungrad verwenden, so ist die abzubremsende Masse sehr klein und die Drehzahl des Motors verringert sich schnell, noch ehe sich der Motor voll erregt. Man erreicht also keine hohen Klemmenspannungen, dafür allerdings große zusätzliche Kommutierungsspannungen. Man kann aber die Klemmenspannungen erhöhen, wenn man von vornherein eine möglichst große Drehzahl wählt: Im Prüffeld darf man ja unbedenklich bis auf die Schleuderzahl gehen, also nach den R. E. B. um 25 % über die höchste Betriebsdrehzahl. Ferner stehen dort die Motoren wegen der Kreisschaltung, in der man die Belastungsprobe vorzunehmen pflegt, paarweise gekuppelt zur Verfügung. Man kann also, ohne daß zusätzliche Arbeit entsteht, mit dem einen Motor gleichzeitig auch den anderen abbremsen.

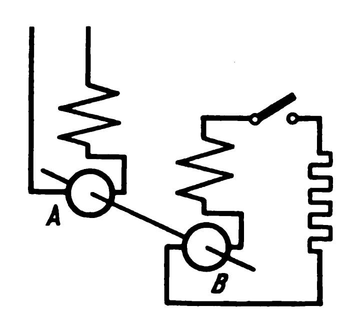


Abb. 3. Schaltung zur Bremsprobe.

So kommt man zu folgender Bremsprobe (Abb. 3): Zwei gleiche Motoren, A und B, sind miteinander gekuppelt. Durch Motor A wird B auf die Schleuderdrehzahl gebracht und dann über den Bremswiderstand kurzgeschlossen. Nun muß sich B selbst erregen, und die Bremsung beginnt. Es ist nicht notwendig, A auszuschalten, da es nicht darauf ankommt, die Bremsprobe bis auf die niedrigen Geschwindigkeiten auszudehnen.

Diese Probe hat zunächst den Vorzug größter Einfachheit. Ob sie aber eine ausreichende Belastung des Motors ergibt, mußte erst der Versuch erweisen.

Die Schaltung wurde mit zwei Straßenbahnmotoren von $U = 550$ V, $I = 88$ A und $n = 680$ U/min ausgeführt und ein Bremswiderstand von 8,15 Ω benutzt. Spannungs-, Strom- und Drehzahlverlauf wurden oszillographiert, s. Abb. 4. Man erreichte damit eine Spannungsspitze von 890 V (1,62 U) und einen Strom von 113 A (1,28 I). Die Bürsten blitzten bei dem Versuch lebhaft auf und zeigten dadurch, daß bedeutende zusätzliche Kommutierungsspannungen vorhanden waren, wie man ja auch nach der schnellen Stromänderung erwarten mußte.

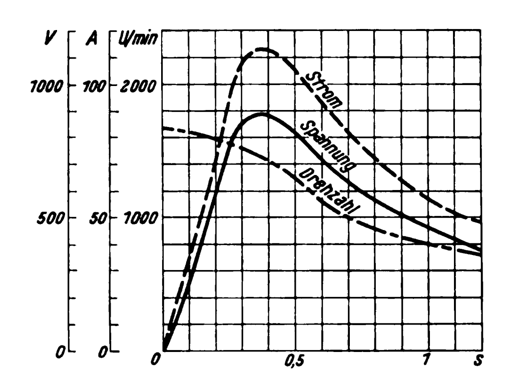


Abb. 4. Belastungsverlauf bei der Bremsprobe nach Abb. 3.

Um zu klären, welche Strom- und Spannungsspitzen sich mit anderen Bremswiderständen erreichen lassen, wurden durch zahlreiche Versuche die in Abb. 5 dargestellten

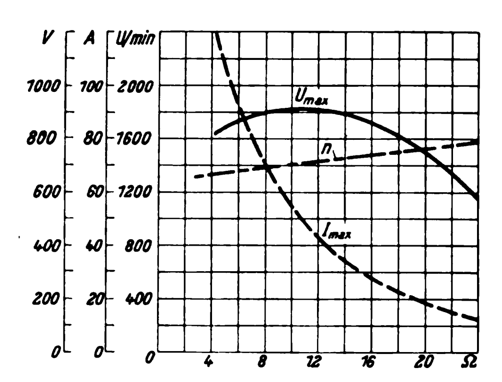


Abb. 5. Spitzenbelastungen bei der Bremsprobe nach Abb. 3.

Kurven ermittelt. Mit einem Bremswiderstand von 4 Ω erhielt man z. B. eine Stromspitze von 250 A (2,85 I), während die Spannungsspitze immer noch 800 V erreichte. Man kann also recht starke Belastungen herstellen, die zweifellos eine harte Probe für den Motor sind, wie man auch an dem Bürstenfeuer erkennt, das sicherlich stärker ist als im Betrieb. Zum Vergleich wurde dieselbe Probe noch an mehreren Motoren anderer Bauart durchgeführt und ergab stets ein ähnliches Bild.

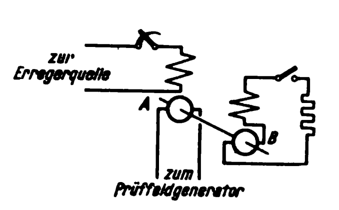


Abb. 6. Bremsprobe mit fremderregtem Motor A.

Um eine größere Belastungsdauer und höhere Spannungsspitzen zu erreichen, wurde nach Vorschlag von Dr. Stier der Motor A fremd erregt, s. Abb. 6. Dann nimmt sein Drehmoment mit fallender Drehzahl schnell zu, so daß ein wesentlicher Teil der Bremsleistung dem Prüffeldgenerator entnommen wird. Schaltet man den Antriebsmotor des Prüffeldgenerators im Augenblick des Bremsbeginns vom Netz ab, so wird dieser Teil der Bremsleistung von der Bewegungsarbeit des Motorgenerators geliefert und man hat etwa dasselbe Ergebnis, wie wenn die Schwungmasse des Motorgenerators mit den Bahnmotoren

mechanisch gekuppelt worden wäre. Die elektrische Kupplung ist für das Prüffeld einfacher, da sie keine Ausrichtarbeit erfordert und die Schwungradwirkung leichter geregelt werden kann, z. B. durch Einschalten von Widerstand zwischen Prüffeldgenerator und Motor *A*.

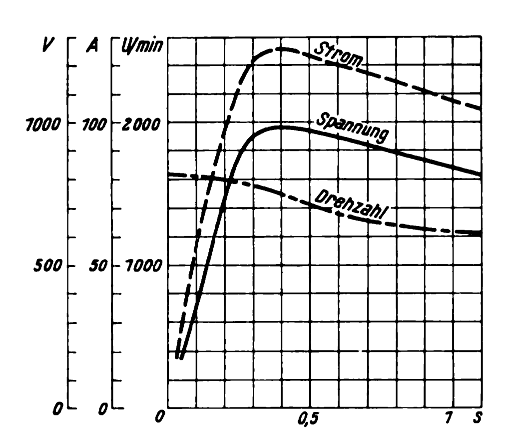


Abb. 7. Belastungsverlauf bei der Bremsprobe nach Abb. 6.

Was mit solcher Schaltung erreicht wurde, zeigt Abb. 7. Obwohl der gleiche Bremswiderstand wie bei Abb. 4 benutzt wurde, erhielt man jetzt Spitzen von 980 V (1,78 *U*) und 250 A (2,85 *I*). Trotz der größeren Belastungsdauer ergab sich kein wesentlich stärkeres Bürstenfeuer, da die zusätzlichen Kommutierungsspannungen infolge des langsameren Stromabfalls geringer blieben.

Diese Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, daß auch ohne Schwungrad ganz erhebliche Bremsbelastungen hergestellt werden können. Diese hätten sich schließlich auch noch weiter steigern lassen, wenn man einen leistungsfähigeren, womöglich aufkompoundierten Prüffeldgenerator benutzt hätte, dessen Motor im Augenblick des Bremsbeginns dann nicht abgeschaltet wird.

4. Zusammenfassung.

Wenn man bei der einfachsten Schaltung, nach Abb. 3, als Bremswiderstand 0,65 *U*/*I* wählt, wird bei der Probe eine Spitze von 1,5 *U* und 2,5 *I* erreicht. Diese Spannung ist zwar nicht sehr hoch, dafür aber ist der Strom groß und die Stromänderung so bedeutend, daß infolge der starken zusätzlichen Kommutierungsspannungen eine Überschlagsgefahr entsteht, wie sie im Betrieb auch bei heftigem „Durchreißen" kaum auftritt und die von einem nicht ganz einwandfreien Motor kaum überwunden werden kann. Die Schärfe dieser Probe dürfte also auch weitgehenden Ansprüchen genügen. Sollte einmal die allgemeine Vorschrift einer Bremsprobe erforderlich werden, so ist damit offenbar ein Weg gefunden, auf dem das Ziel ohne große wirtschaftliche Opfer erreicht werden kann. Für besondere Untersuchungen, die eine weitere Verlangsamung des Bremsvorgangs erfordern, dürften sich die Stierschen Schaltungen überall dort als nützlich erweisen, wo zwar entsprechende Prüffeldmaschinen, aber kein Schwungradprüfstand zur Verfügung steht.

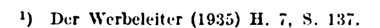
Elektrisch angetriebene Fahrzeuge im Wandel eines Jahrhunderts.

621. 335. 9. (09)

Bei der zunehmenden Verwendung von Elektrowagen für den Nahverkehr interessiert es zu wissen, daß schon 1835, also vor 100 Jahren, der Schmied Davenport auf einer Ausstellung in Amerika einen elektrisch betriebenen Wagen vorgeführt hat. Eine von galvanischen Elementen gespeiste magnet-elektrische Maschine diente als Fahrzeugantrieb. Irgendeine praktische Bedeutung wird allerdings diesem Wagen nicht zugekommen sein. Erst vor etwa 35 Jahren wurden solche Fahrzeuge im praktischen Betrieb verwendet; im Jahre 1900 fand sogar eine Prüfungsfahrt auf einer 11 km langen Strecke bei Berlin statt[1]).



Abb. 1. Elektrisch angetriebener Lieferwagen aus dem Jahre 1900.


[1]) Der Werbeleiter (1935) H. 7, S. 137.

Die Abb. 1 zeigt einen Elektrolieferwagen aus damaliger Zeit. Offenbar handelt es sich um einen Pferdewagen, der für elektrischen Betrieb umgebaut wurde. Der Wagen konnte eine Nutzlast von rd. 580 kg aufnehmen und hatte ein Leergewicht von 1890 kg und damit ein Gesamtgewicht von 2470 kg. Ein 5 PS-Motor trieb die Vorderachse an; ein Fahrschalter gestattete die Einstellung von 6 Geschwindigkeitsstufen. Demgegenüber zeigt die Abb. 2 einen neuzeitlichen Elektrolieferwagen bis 1700 kg Nutzlast. Das Eigengewicht des Wagens einschließlich Batterie beträgt annähernd 2000 kg. Je nach der Stärke der eingebauten Batterie kann ein solches Fahrzeug 70 bis 100 km mit einer Batterieladung zurücklegen. Im beladenen Zustande wird eine Geschwindigkeit bis zu 28 km/h erreicht. Bei der obenerwähnten Prüfungsfahrt, die im Jahre 1900 stattfand, erreichte das schnellste Fahrzeug nur eine Geschwindigkeit von rd. 15 km/h. *Hs.*

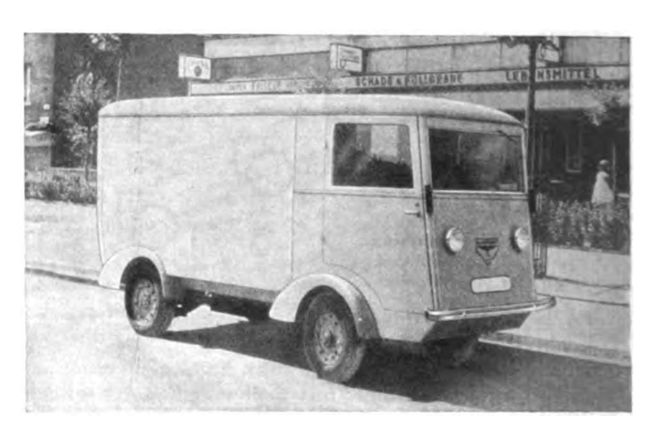
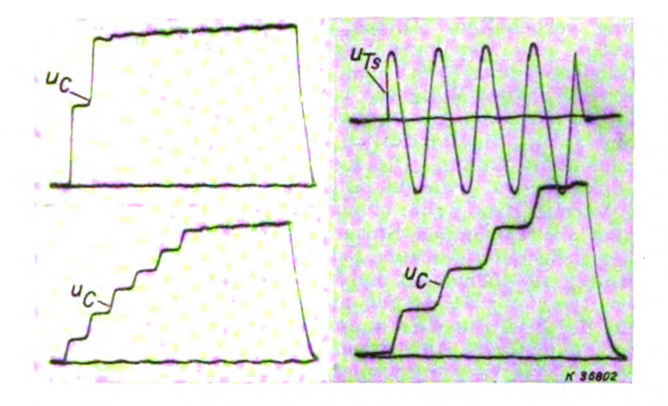


Abb. 2. Neuzeitlicher Elektrolieferwagen.

RUNDSCHAU.

Apparate und Stromrichter.

621 : 314. 65. 064 : 621. 367. 072 **Schaltvorgänge bei Stromrichtersteuerung von Nahtschweißmaschinen und Gittersteuereinrichtungen für Punkt- und Nahtschweißmaschinen.** — Die erste Arbeit befaßt sich mit der Untersuchung der einmaligen Einschaltvorgänge bei Punktschweißmaschinen und der wiederholten Schaltvorgänge bei Nahtschweißmaschinen. Schalthäufigkeit, Beanspruchung und Ausnutzung der Schweißmaschine und Strombelastung der Stromrichtgefäße erfordern eine genauere Beachtung der Schaltvorgänge, besonders um die bei ungünstigen Schaltaugenblicken auftretenden Überströme und Gleichstromglieder zu vermeiden. Die Einschaltung soll etwa bei 50° bis 60° der Wechselspannung liegen, da beim Einschalten im Spannungsnulldurchgang der Magnetisierungsstrom bis zum 60fachen des normalen Magnetisierungsstromes ansteigen kann. Dieser Strom überlagert sich dem Laststrom und stellt deswegen eine gefährliche Überlast des Netzes, der Gefäße und der Primärseite des Schweißumspanners dar. Man schneidet deshalb die erste Halbwelle jeder Schweißung bei einem Winkel von rd. 50° an. Bei der Nahtschweißung muß neben der Einschaltbedingung auch der Augenblick der Abschaltung mit Rücksicht auf die Lage der Remanenz beachtet werden. Bei Pausendauern von ungerader Halbwellenzahl tritt eine starke einseitige Verlagerung des Schweißstromes auf, da Remanenz und Fluß das gleiche Vorzeichen haben. Auch dadurch treten unnütze und schädliche Überströme auf. Deshalb soll vor allen Dingen bei der Nahtschweißung nur mit geraden Halbwellenzahlen gearbeitet werden, da dann durch die richtige Lage der Remanenz ein symmetrischer Stromverlauf gewährleistet wird. Die Ergebnisse der Arbeit sind in drei Hauptpunkten zusammengefaßt: Auslegung des Schweißumspanners mit nicht zu hoher Eisensättigung, Ausbildung der Steuereinrichtung mit Rücksicht auf Einschaltaugenblick und Abschaltwelle.



u_C Spannung am Nachladekondensator
u_{Ts} Spannung am Schweißumspanner

Abb. 1. Spannungsverlauf bei Mehrwellenbetrieb.

Die zweite Arbeit befaßt sich mit der Ausbildung rein elektrisch wirkender Gittersteuereinrichtungen für Punkt- und Nahtschweißmaschinen. Zunächst wird eine Halbwellensteuerung beschrieben, bei der die einmalige Auslösung des Schweißstromes durch eine Art Rückkopplung von der am Schweißumspanner entstehenden Spannung erreicht wird. Das gewählte Steuerprinzip gestattet eine sehr einfache Umbildung der Halbwellen- in eine Mehrwellensteuerung. Mit Hilfe der am Schweißumspanner entstehenden Spannung wird ein Kondensator stufenweise aufgeladen. Nach einer beliebig einstellbaren Stufenzahl gibt die Spannung an diesem Nachladekondensator das Gitter einer Hilfsentladungsstrecke frei, daß durch Kurzschluß der Gitterspannung die Schweißung abbricht. Die Stufenzahl bestimmt die Wellenzahl, also die Schweißzeit. Die Abb. 1 zeigt den Verlauf der Spannung am Nachladekondensator bei 2, 4 und 6 Wellen. Über der vierstufigen Kondensatorspannung ist die Spannung am Schweißumspanner aufgenommen. Durch die synchron mit der Netzspannung verlaufende Ladung wird eine sehr genaue Einstellung der Wellenzahlen erzielt. Das Schaltungsprinzip wurde auch für eine erweiterte Schaltung beibehalten, die neben der Möglichkeit des Anschnitts aller Spannungswellen (Feinreglung) noch die rein elektrische Steuerung einer Nahtschweißmaschine durch einen einfachen Zusatzkreis gestattet. Die Dauer der Pause wird ebenfalls durch eine mit dem Netz synchron verlaufende gestaffelte Aufladung eines Kondensators bestimmt, wobei die Aufeinanderfolge der treppenförmigen Steuerspannungen für Schweißstrom und Pause zwangsläufig ist. Die Schweißzeit und die Dauer der Pause können voneinander unabhängig eingestellt werden. Mit Hilfe dieser feinstufigen Regelung, Wellenzahl und Anschnitt der Anodenspannung, ist die Steuereinrichtung den schwierigen Aufgaben aus dem Gebiet der Punkt- und Nahtschweißung gewachsen. [B. Kalkner, C. Fröhmer, AEG-Mitt. (1935) S. 318 u. 321.] *Sb.*

621. 316. 064 **Sofortiges Wiedereinschalten von 100 kV-Schaltern.** — Die Frage der sofortigen Wiedereinschaltung gefallener Schalter gewinnt bei 100 kV-Schaltern ein etwas anderes Gesicht, weil hier die Eigenzeiten schon recht groß sind. Die Alabama Power Co. hat bei ihren 110 kV-Schaltern die Wiedereinschaltzeit bei Einlegen von Hand allmählich von 2 min bis auf 30 bis 10 s verkürzt und damit gute Erfahrungen gemacht. Nur da, wo hohe Belastung durch Synchronmotoren vorhanden war, erwies sich ein sehr schnelles Wiedereinschalten als unmöglich, weil ihr Rückstrom den Lichtbogen verhältnismäßig lange unterhält und ihr Einschaltstrom, nach Verschwinden des eigenen Feldes, sehr groß ist. Bei Schaltern der 110 kV-Leitungen sind diese Bedenken aber im allgemeinen nicht so groß, weil die Belastung zu sehr verteilt ist. Mit Rücksicht auf die große Eigenzeit muß nur Vorsorge getroffen werden, daß die Einschaltspule nicht stromlos gemacht wird, ehe der Einschaltvorgang beendet ist. Dazu eignet sich z. B. ein der Einschaltspule parallel geschalteter Kondensator von 8 μF. Die Verzögerung darf natürlich nicht so groß sein, daß eine etwaige sofortige Betätigung des Überstromrelais wirkungslos bleibt. Um das mit Sicherheit zu erzielen, kann die Schaltung so getroffen werden, daß das Überstromrelais auch den Wiedereinschalt-Stromkreis öffnet. Bei der großen Zahl der Relaisschaltungen läßt sich ein einheitlicher Plan nicht durchführen. Bei Verbindungsleitungen ohne Impedanzschutz wird die Lösung schwieriger. Die Einschaltspule muß dann von einem Spannungsrelais abhängig gemacht werden, damit nicht wieder eingeschaltet wird, ehe der Schalter am anderen Leitungsende den Fehler abgetrennt hat. Hierzu kann ein Elektronenröhren-Spannungsanzeiger, der über einen der Leitungsisolatoren von der Leitung aus Spannung erhält, nützlich sein und den teuren Spannungswandler ersparen. Daß endlich die Wiedereinschaltzeiten der Schalter zusammenhängender Leitungen aufeinander abgestimmt sein müssen, ist eine Selbstverständlichkeit.

Ergebnisse der Alabama-Power Co. in der Gewitterjahreszeit 1934.

	Zahl der Wiedereinschaltungen	Schalter bleibt drin zum			Zahl der endgültigen Ausschaltungen	Zahl der Versager
		1. Male	2. Male	3. Male		
110 kV-Schalter	78	50	17	4	6	1
Prozentzahl	100	64,1	21,8	5,2	7,7	1,2
44 kV-Schalter	751	53,8	122	14	70	7
Prozentzahl	100	71,6	16,2	1,8	9,3	0,9

Anmerkung des Berichters: Aus den Schilderungen der amerikanischen Verfasser geht klar hervor, welches Hindernis für weitere Entwicklung ein nicht einheitlich



durchgeführter Netzschutz ist. Das ziemlich stark vermaschte und mit kleinen Kraftwerken (wahrscheinlich Asynchrongeneratoren) gekuppelte Netz der Alabama Power Co. wies eine Vielzahl an Schutzeinrichtungen auf. Es gab da Überstrom-, Überspannungs-, Unterspannungs-, Unterfrequenz-, Leistungsfaktor-Relais, manche richtungsabhängig, andere nicht. Deshalb waren eingehende Studien nötig, ehe irgendwelche Schritte getan werden konnten. Ehe die Schalter des Hauptwerkes Jordan Dam für schnelle Wiedereinschaltung eingerichtet wurden, baute die Gesellschaft einen selbsttätig arbeitenden Sechsschleifen-Oszillographen ein, um alle Daten über die Wirkungen des Umbaus zu erhalten. Diese Studien dauerten mehrere Jahre. Bei durchgängiger Anwendung von Impedanzschutz wären diese Untersuchungen wahrscheinlich zum größten Teile unnötig gewesen. [J. T. Johnson u. J. W. Graff, Electr. Wld. 105 (1935) S. 21 u. 38.] *Ha.*

621. 385. 3 : 537. 545. 2 **Berechnung der Steuerspannung bei einer Eingitterröhre.** — Die Formel für die bei einer Elektronenröhre mit Steuergitter maßgebende Spannung wird gewöhnlich mit Hilfe einer gitterlosen Ersatzröhre abgeleitet. Man kann jedoch die Kapazitäten der Eingitterröhre auch durch einen „Stern" aus Kapazitäten ersetzen; die „Steuerspannung" ist dann einfach gleich der Spannung zwischen dem Mittelpunkt dieses Sternes und der Kathode. [J. Wallot, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 11, S. 781.]

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 314. 63 : 536. 53 **Temperaturmessung mit Trockengleichrichter.** — Nach Sirokský und N. Teibel lassen sich Trockengleichrichter mit bestem Erfolg zur Temperaturmessung verwenden. Die Versuche wurden mit einem Kupferoxydul-Gleichrichter durchgeführt, der so in einen Gleichstromkreis geschaltet wurde, daß wegen der Ventilwirkung zunächst nur ein kleiner Strom floß. Bei Erwärmung des Gleichrichterelementes ändert sich sein Widerstand nach der Gleichung $R_\vartheta = R_0 a^{-\vartheta}$. Abb. 2 zeigt diese Widerstandsänderung für einen Gleichrichter, dessen Widerstände für die beiden Stromrichtungen sich wie 10 : 1 verhalten. Wenn die Spannung der Gleichstromquelle konstant ist, kann an einem Milliamperemeter die Temperatur sofort abgelesen werden. Das Meßverfahren liefert dann recht genaue Messungen, da bei einer Temperaturänderung von 1 °C Widerstandsänderungen bis zu 20% auftreten können. Ein Temperaturrelais, dessen Ansprechen von den Spannungsschwankungen der Stromquelle unabhängig ist, zeigt Abb. 3. Die beiden Wicklungen des Magneten *R* werden von derselben Stromquelle gespeist. Bei niedrigen Temperaturen wird der Strom im Gleichrichterstromkreis so klein, daß der um *O* drehbare Anker durch die linke Wicklung angezogen wird und damit die Kontakte *K* getrennt bleiben. Beim Erwärmen des Gleichrichters *G* steigt der durchgelassene Strom an, und bei einem vorbestimmbaren Wert werden die Relaiskontakte *K* geschlossen. Die Kupferoxydulgleichrichter sind bis zu 100 °C brauchbar. Als Anwendungsgebiete kommen in Frage: Temperaturmessung an elektrischen Maschinen und Transformatoren, Überwachung von Lagern, Feuermeldung, Regelung und Messung der Temperatur für medizinische Zwecke. Gegenwärtig werden Versuche mit Oxyden von Kalzium, Bor und anderen Stoffen durchgeführt, um auch höhere Temperaturen messen zu können. Um auch bei längerer Gebrauchsdauer wiederholbare Ergebnisse zu erhalten, ist es erforderlich, daß die verwendeten Gleichrichterelemente vor Gebrauch künstlich gealtert werden. [Sirokský u. N. Teibel, Electr. Rev., Lond., 117 (1935) S. 238.] *—ffe.*

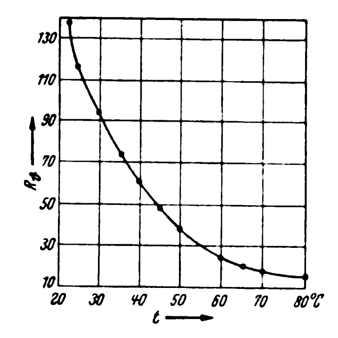


Abb. 2. Widerstandsänderung eines Kupferoxydul-Gleichrichters bei Erwärmung.

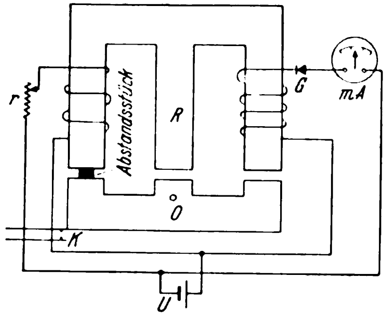


Abb. 3. Temperaturrelais mit Kupferoxydul-Gleichrichter.

Elektrisches Prüfamt 37. — Dem Städtischen Betriebsamt in Bielefeld ist die Genehmigung erteilt worden[1]), als „Elektrisches Prüfamt 37" amtliche Prüfungen und Beglaubigungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen und zwar mit Gleichstrom bis 100 A, 600 V im Amt und bis 8000 A, 750 V am Betriebsort, mit Wechsel- und Drehstrom bis 100 A, 6000 V im Amt und bis 750 A, 6000 V am Betriebsort.

Die Angaben über das **Elektrische Prüfamt 36** in H. 47 der ETZ, S. 1278, werden hiermit richtiggestellt. In der letzten Zeile muß es statt 400 A 4000 A heißen.

621. 317. 755 **Über Störungen beim Betrieb des Kathodenstrahl-Oszillographen.** — Der Kathodenstrahl-Oszillograph führt sich als Meßgerät mehr und mehr ein. Die meßtechnische Erfassung von Vorgängen höchster Frequenz, besonders einmaliger und nichtperiodischer Art (z. B. Wanderwellen, Durchschläge), bleibt gewöhnlich dem Oszillographen mit kalter Kathode und hoher Erregerspannung vorbehalten. Dieses Gerät wird neuerdings auch häufig zum Oszillographieren sehr hoher Spannungen (Größenordnung 100 kV und mehr) herangezogen. Ein derart verwickeltes Meßgerät, besonders in den zur Aufnahme von Hochspannungsvorgängen geeigneten Sonderausführungen, unterliegt natürlich einer ganzen Reihe von Störungsmöglichkeiten. Die Kenntnis der wesentlichen Störungsursachen sowie der Möglichkeiten ihrer Beseitigung ist Voraussetzung zum einwandfreien Messen. Es werden daher die häufigsten Störungen des Kathodenoszillographen selbst und der zum Betrieb desselben erforderlichen Zusatzgeräte behandelt und Verfahren zum Aufsuchen und Beseitigen der Störungen angegeben. — In erster Linie muß der Elektronenstrahl auf seinem ganzen Weg von der Kathode bis zur Aufnahmefläche gegen die Einwirkung fremder elektrischer und magnetischer Felder abgeschirmt werden. Grundsätzliche Schwierigkeiten bietet nur die Abschirmung magnetischer Wechselfelder niedriger Frequenz und magnetischer Gleichfelder, so daß es zweckmäßig ist, schon bei der Aufstellung des Oszillographen den Einfluß derartiger Felder auszuscheiden. Für die richtige Auswertung der Oszillogramme ist eine störungsfreie Abszissen-(Zeit-)Ablenkung des Elektronenstrahls Voraussetzung. Hierzu muß der „Zeitkreis" vor äußeren Beeinflussungen geschützt werden, die beispielsweise über die Koppelelemente übertragen werden können, die den Synchronismus des zu oszillographierenden Vorganges mit der Abszissenbewegung bewirken. Außerdem ist der „Zeitkreis" selbst so auszubilden, daß er eine eindeutige (nicht schwingende) Bewegung des Elektronenstrahls in Abszissenrichtung liefert. Bei Oszillographen mit elektrostatischer Strahlsperrung gilt dieselbe Bedingung auch für den „Sperrkreis". Zum Aufsuchen von Störungen wird die oszillographische Aufnahme eines bekannten Vorganges (z. B. der sinusförmigen Kurve eines Senders) empfohlen. Als Ausführungsbeispiel dient ein Hochspannungsoszillograph, der für die unmittelbare Aufnahme (ohne Spannungsteiler) von Gleich- und Wechselspannungen bis 100 kV entwickelt wurde. [M. Meßner, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 10, S. 722.]

621. 317. 36 **Ein stroboskopischer Schlupfmesser für unmittelbare Ablesung.** — Eine umlaufende Scheibe, die auf einem Kreis angeordnete gleichmäßig verteilte Marken besitzt, scheint bei Beleuchtung mit intermittierendem Licht stillzustehen, wenn die Scheibe synchron zu den Lichtblitzen umläuft oder bei jeder Umdrehung um eine Markenteilung oder ein Vielfaches davon zurückbleibt. K. Strobl gibt in einer Untersuchung an, wie diese bekannte Erscheinung dazu benutzt werden kann, eine



[1]) Reichsgesetzblatt S. 905. Bekanntmachung der PTR Nr. 395.

Scheibe zu zeichnen, die bei jedem bestimmten Schlupf ein anderes kennzeichnendes stroboskopisches Bild aufweist, so daß der Schlupf an einer feststehenden Teilung sofort abgelesen werden kann. Ferner wird eine zur Beleuchtung dieser Scheibe geeignete Funkenentladungseinrichtung besprochen und die aus dem Schrifttum ermittelte statistische Streuzeit der Entladungsstrecke verglichen mit jener, die auf Grund der stroboskopischen Erscheinungen an einer Versuchsausführung gefunden wurde. [K. Strobl, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 11, S. 774.]

Beleuchtung.

621. 327. 3 : 621. 318. 423 **Unterbringung der Drosselspulen für Quecksilberdampflampen.** — Die Anwendung von Dampfentladungslampen für die öffentliche Beleuchtung und für viele Beleuchtungszwecke in der Industrie gewinnt immer mehr an Bedeutung. In erster Linie scheint die Quecksilberdampflampe ein breiteres Anwendungsfeld zu finden, insbesondere deshalb, weil man durch Hinzufügen von Glühlampenlicht den Mangel an roten Strahlen im Quecksilberspektrum ausgleichen kann. Da beide Lichtquellen in solchen „Mischlichtleuchten“ im gleichen Rückstrahler angeordnet sind, wird das Licht gut gemischt, so daß die für viele Anwendungsgebiete nicht brauchbare Farbverzerrung durch das bläulich-weiße Licht der Quecksilberdampflampe praktisch vermieden wird. Gegenüber reiner Glühlampenbeleuchtung läßt sich auf diese Weise bei größeren Anlagen eine durchaus ins Gewicht fallende Stromersparnis erzielen. Zum Betrieb der Dampfentladungslampen muß diesen in allen Fällen eine Drosselspule vorgeschaltet werden. In neueren Leuchten ist sie meist in dem Leuchtenaufsatz betriebsfertig eingebaut. Überall dort aber, wo aus Ersparnisgründen vorhandene Glühlampenleuchten mit Quecksilberdampflampen bestückt werden sollen, läßt sich die Drosselspule nicht immer ganz leicht unterbringen. Diese Frage ist dadurch gelöst worden, daß man Drosselspulen in einem wetterfesten Aluminiumgehäuse zum Überhängen über die Leuchte ausgebildet hat (Abb. 4). Die Leuchte selbst wird dann am Vorschaltgerät aufgehängt und dieses wieder an der Überspannung oder dgl. Durch das Aluminiumgehäuse der Drossel wird verhindert, daß die Streukraftlinien unerwünschte Nebenwege gehen. Entsprechend den Quecksilberdampflampen gibt es Drosseln für die 275 W- und für die 540 W-Lampen zum Anschluß an 220 V Wechselstrom. *f.*

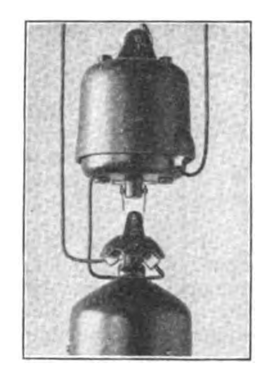


Abb. 4. Drosselspule mit Leuchte.

Elektrowärme.

621. 365 : 669. 16 **Synthetischer Guß aus dem elektrischen Ofen.** — Unter synthetischem Guß versteht man ein Gußeisen, das nicht wie üblich aus Roheisen erzeugt worden ist, sondern aus Stahlspänen, die unter Zusatz von Kohle auf den gewünschten Kohlenstoffgehalt gebracht werden. Die bei der Stahlbearbeitung anfallenden großen Mengen von Spänen können nicht immer wirtschaftlich verwertet werden. Schon im Kriege verstand man es in Livet (Südfrankreich), den elektrischen Ofen zum Umschmelzen dieser Stahlspäne und für die Erzeugung eines für die Geschoßherstellung geeigneten Gußeisens heranzuziehen. Seitdem ist dieses Verfahren weiter vervollkommnet worden, zumal große Wasserkraftwerke den Strom zu einem für das Schmelzwerk günstigen Preis abgeben können. In der Hauptsache besteht das Verfahren darin, Kohlenstoff und Silizium in berechneten Mengen in die sonst aus Stahlspänen bestehende Gattierung einzuführen. Das im elektrischen Ofen auf die Weise erzeugte Roheisen zeichnet sich durch einen bestimmten und sehr genauen Gehalt an verschiedenen Elementen aus und weiter durch große Reinheit und insbesondere Schwefelarmut. Diese Eigenschaften werden von den Eisengießereien im Interesse der Erzeugung eines hochwertigen Gußeisens besonders geschätzt. Das in der Hauptsache für die Geschoßerzeugung verwendete synthetische Gußeisen des elektrischen Schmelzwerkes zu Livet hat die Zusammensetzung: 3 % C, 1,6 % Si, 0,7 % Mn, 0,05 % S, 0,01 % Ph. Die niedrigen Gehalte an Schwefel und Phosphor sind besonders hervorzuheben. [Nach einem Vortrag von Keller auf dem internationalen Gießerei-Kongreß zu Brüssel am 25. 9. 1935.] *Kp.*

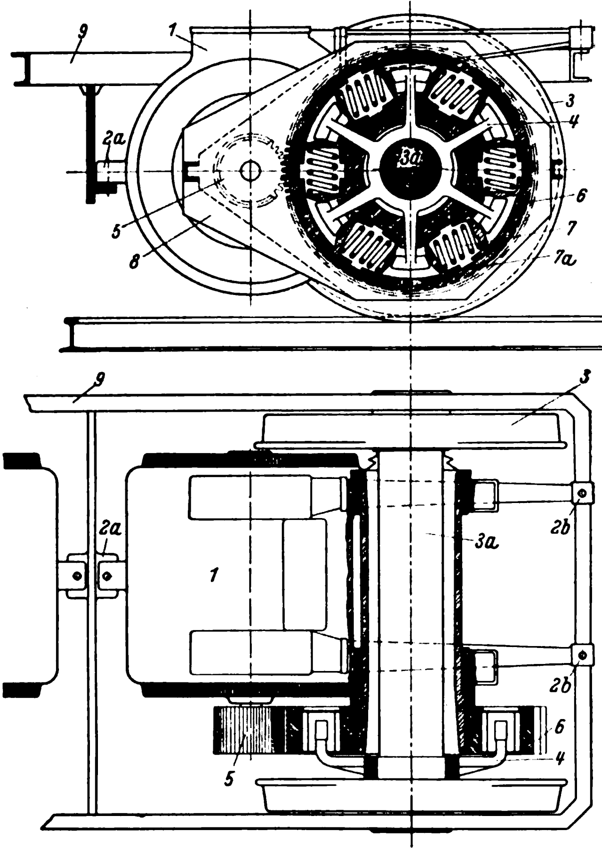
621. 365. 2. 036. 3 : 669. 16 **Die Verhüttung von vanadium- und titanhaltigen Eisenerzen im elektrischen Hochofen.** — Vanadium und Titan haben sich schon seit Jahren als Legierungselemente zum Stahl bewährt; neuerdings gewinnt auch ihr Zusatz zum Gußeisen an Bedeutung. Da jedoch die Zusätze von auf synthetischem Wege erzeugtem Ferro-Vanadium und Ferro-Titan verhältnismäßig teuer sind, erscheint ein norwegisches Roheisen, das unmittelbar aus vanadium- und titanhaltigen Eisenerzen im elektrischen Hochofen erzeugt wird, von Interesse. Der elektrische Hochofen eignet sich besonders für die Verhüttung dieser Eisenerze, die rd. 8 % TiO_2 und 1,06 bis 1,10 % V_2O_5 enthalten. Der elektrische Hochofen hat drei senkrecht angeordnete Elektroden, deren Durchmesser bei 40 000 bis 50 000 A und 60/120 V 600 mm beträgt. Das vorher gesinterte Eisenerz wird mit Holzkohle vermischt und laufend dem Ofen zugeführt. Die alle 8 h vorgenommenen Abstiche ergeben einen Guß von 18 bis 22 t Roheisen. Durch das Einstellen des Ofenganges werden verschiedenartige vanadium-titanhaltige Roheisensorten gewonnen. Ohne irgendwelchen Zusatz erhält man aus diesem elektrischen Hochofen ein an Mangan und Silizium sehr armes Roheisen; diese Elemente können jedoch mit Hilfe von Kieselsäure und Manganerz leicht bis auf 3,5 bzw. 3 % erhöht werden. Die im Ofen herrschende hohe Temperatur und reduzierende Atmosphäre lassen eine weite Reduktion des Titanoxyds zu. Die Vermengung des Titans zum Eisen geschieht dabei im metallischen Zustand und nicht etwa in Form von Einschlüssen. Das aus dem elektrischen Hochofen abgestochene Roheisen mit 0,3 bis 0,5 % Titan fließt in Pfannen und wird von diesen aus zu einer Gießmaschine gebracht, wo es in metallische Formen gegossen wird. Die Roheisenmasseln sind daher vollkommen sandfrei. Die Jahreserzeugung des elektrischen Hochofens beträgt rd. 20 000 t vanadium-titanhaltiges Roheisen. [Nach einem Vortrag von J. Challansonnet vor dem Internationalen Gießereikongreß in Brüssel am 20. 9. 1935.] *Kp.*

Bergbau und Hütte.

621. 398 : 621. 33 : 622. 29 **Signalanlagen für Streckenförderungen unter Tage.** — L. Schäfer bringt in einer längeren Abhandlung eine Zusammenstellung der unter Tage gebräuchlichen elektrischen Signalanlagen. Die Entwicklung brachte bei fortschreitender Zusammenfassung der Förderungen großer Grubenfelder auch lange Förderstrecken und damit eine Mechanisierung der Streckenförderung. Mit verhältnismäßig geringen Mitteln ist es möglich, den Anforderungen des Bergbaubetriebes gerecht zu werden. Bei Seilbahnen z. B. soll die Antriebsmaschine von den Stellen der Strecke aus, wo Querschläge einmünden und Wagen einrangiert werden, ohne vorherige Benachrichtigung des Maschinenwärters stillgesetzt und wieder eingeschaltet werden können. Mit der Auslösung der Schaltvorgänge ist eine Benachrichtigung aller übrigen Signalstellen und die Meldung des Befehlsortes zum Maschinenwärter verbunden. Bei Lokomotivförderungen wird die Anforderung von Lokomotiven zu den Ladestellen durch besonders dafür geschaffene Rufsignalanlagen vereinfacht und beschleunigt. Der Anfordernde drückt eine Schalttaste und erhält im gleichen Augenblick durch ein Leuchtzeichen die Bestätigung, daß sein Ruf angekommen ist. Die im Lokomotivstollen ankommenden Meldungen werden gespeichert und Zug um Zug mit der Löschung erledigter Rufe in richtiger Reihenfolge durch Leuchtfelder sichtbar gemacht. Eingehend werden auch die Streckenblockieranlagen behandelt, die besonders an unbesetzten Kreuzungen von Grubenbahnen erforderlich sind. Man löst all diese Aufgaben mit den bereits in der Nachrichtentechnik bewährten Hilfsmitteln, wobei natürlich alle Teile gegen die Einflüsse des rauhen Grubenbetriebes und unter Beachtung der besonderen Vorschriften geschützt werden. [L. Schäfer, Elektr. im Bergb. 9 (1934) S. 71.] *Sb.*

Verkehrstechnik.

621. 335. 4. 033. 11 (494) **Einphasen - Wechselstrom-Leichttriebwagen der Schweizerischen Bundesbahnen.** — Mitte dieses Jahres hat die SBB einen Leichttriebwagen für 90 Sitzplätze und 30 Stehplätze in den Dienst gestellt. Bei einer Stundenleistung von zusammen 346 PS der beiden Motoren erreicht dieser Wagen eine Höchstgeschwindigkeit von 125 km/h. Der Strom fließt aus der Oberleitung über eine Sicherung in einen ölgekühlten Umspanner. Die in Reihe liegenden Motoren werden über elektropneumatisch betätigte Fahrschütze eingeschaltet. Sie sind nicht unmittelbar auf der Achse abgestützt, sondern an drei Punkten an dem Drehgestellrahmen aufgehängt (Abb. 5).



1	Triebmotor	*5*	Motorritzel
2a	Motoraufhängung, motorseitig	*6*	großes Zahnrad mit Federnischen
2b	Motorabstützung, Seite Blindwelle	*7*	Antriebsfederung
3	Triebräder	*7a*	Federbüchse mit Gleitfläche für Mitnehmer
3a	Triebachse	*8*	Zahnradschützkasten
4	Mitnehmerstern fest auf der Triebachse	*9*	oberer Rahmen des Drehgestelles

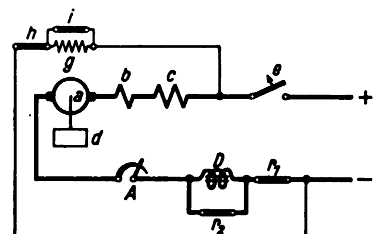
Abb. 5. Grundsätzliche Anordnung des Motorantriebes.

Jeder Motor arbeitet über ein Ritzel auf einen Zahnkranz, der mit einem auf der Triebachse festgelagerten Mitnehmerstern durch Federtöpfe verbunden ist. Der Zweck dieser federnden Anordnung ist, die Schwingungen der Triebachse von dem Motor und seinem Getriebe fernzuhalten und diese somit also zu schonen[1]). Als Betriebsbremse steht außer der Hand- und Druckluftbremse eine elektrische 11stufige Gleichstrom-Kurzschlußbremse zur Verfügung. Bei abnehmender Geschwindigkeit tritt zusätzlich eine Solenoid-Bremse in Tätigkeit. Das Leergewicht des Wagens beträgt 32,8 t. [W. Lüthi, Brown Boveri Mitt. 22 (1935) S. 151.] *Hs.*

[1]) Die Deutsche Reichsbahngesellschaft benutzt für ihre Schnelltriebwagen, die bis 160 km/h erreichen, den Tatzlagermotor. Die Erfahrungen hiermit sind sehr gute.

Elektrische Antriebe.

621. 313. 2 : 621. 318. 423. 014. 3 **Kurzschlußschutz von Gleichstrom-Baggermotoren durch Stromspitzendämpfung.** — Bei in Braunkohlen-Tagebauen auf behelfsmäßig verlegten Schienen laufenden Baggern kommen betriebsmäßig zahlreiche Kurzschlüsse vor. Wenn es sich um Gleichstromanlagen hoher Spannung (1000 bis 1200 V) handelt, in denen Nebenschlußmotoren verwendet werden, arbeiten die infolge ihrer aufgespeicherten kinetischen Energie noch kurze Zeit weiter laufenden Motoren stromspeisend auf die Kurzschlußstelle zurück. Es entstehen Ströme von einer solchen Stärke, daß Stromwenderüberschläge und Maschinenbeschädigungen wiederholt vorgekommen sind. Der praktische Betrieb stellte deshalb die Forderung, daß die Kurzschlüsse keine Maschinenbeschädigungen zur Folge haben dürfen, und versuchte durch Anordnung von Schnellschaltern die gefährdeten Maschinen rechtzeitig abzuschalten. Es zeigte sich aber, daß man zu sehr teuren Schnellschaltern greifen mußte und daß auch dann die Stromwenderüberschläge noch nicht mit Sicherheit vermieden werden konnten, weil der Überschlag vom Beginn des Kurzschlusses an gerechnet bereits in Zeiten von 10 ms oder sogar in noch kürzeren Zeiten erfolgt.



a Anker
b Wendepolwicklung
c Hilfsreihenschlußwicklung
d Schwungmasse
e Selbstschalter
g Nebenschlußwicklung
h Vorschaltwiderstand
i Parallelwiderstand
r_1, r_2 Widerstände
A Anlasser
D Drosselspule

Abb. 6. Schutzanordnung von Gleichstrom-Baggermotoren mit Widerstandsdrosselgerät und Überstromschalter.

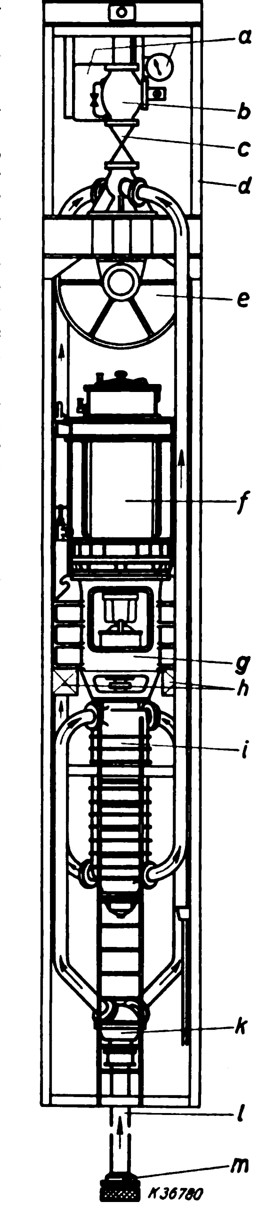
In neueren Anlagen wird eine Schutzanordnung mit einem Widerstandsdrosselgerät entsprechend Abb. 6 eingebaut, das aus einer Drosselspule *D* mit lamelliertem Eisenkern, einem Parallelwiderstand r_2 und einem Reihenwiderstand r_1 besteht. Im Augenblick des Auftretens eines Kurzschlusses setzt *D* dem Stromdurchgang einen starken induktiven Widerstand entgegen, so daß der Kurzschlußstrom praktisch nur von dem Summenwiderstand $r_1 + r_2$ abhängig ist und also durch Wahl entsprechender Ohmwerte auch eingegrenzt werden kann. Die Drosselspule muß sich nun im weiteren Ausgleichvorgang ummagnetisieren und verliert erst nach völligem Feldaufbau ihre Wirkung. Während einer gewissen Zeit sperrt also die Drosselspule den Stromdurchgang in erheblichem Maße, so daß ein normaler und entsprechend billiger Motorschutzschalter genügend Zeit findet, rechtzeitig abzuschalten, ehe die Wirkung der Drossel aufhört. Im Betrieb vernichtet selbst eine Drossel mit einer Sperrzeit von 40 bis 50 ms nur einen sehr kleinen Prozentsatz der Energie, wenn sie so bemessen ist, daß sie nur einen kleinen ohmschen Widerstand hat. Auf Grund der vorgenommenen Versuche ergab sich ferner noch eine Reihe von Gesichtspunkten, wie man die Bagger-Antriebsmotoren selbst ausbilden sollte, um schon durch die Bauart der Maschinen weitgehend vor den Folgen von Kurzschlüssen geschützt zu sein. [F. Hanig und J. Gewecke, Siemens-Z. 15 (1935) S. 481.] *Sb.*

621. 34 : 622. 5 **Erfahrungen mit neuzeitlichen Abteufmotoren.** — Beim Niederbringen eines neuen etwa 750 m tiefen Schachtes bei St. Avold in Lothringen mußten wegen der großen Wasserdurchlässigkeit des etwa 550 m starken Deckgebirges außergewöhnliche Maßnahmen getroffen werden, die sich insbesondere auf die Gestaltung der Abteufpumpen und deren Antriebsmotoren auswirkten. Das Abteufen erfolgt mit Hilfe des Zementierverfahrens. Dabei werden vom Fuß des Schachtes ausgehend Löcher von 30 bis 40 m Tiefe gebohrt, in die dann Zementmilch eingepreßt wird. Nach dem Erhärten derselben gehen die Wasserzuflüsse zurück, so daß ein Stück von etwa 10 bis 30 m abgeteuft und ausgebaut werden kann. Diese Vorgänge wiederholen sich, bis der Schacht in seiner ganzen



Tiefe hergestellt ist. Da damit gerechnet werden mußte, daß trotz des Zementierens, besonders bei durchlässigen Schichten, erhebliche Wassermengen durchdrücken, wurden in den Schacht von 6,5 m Dmr. insgesamt vier Pumpensätze eingehängt, die zusammen bis zu 10 m³ in der Minute fördern können. Abb. 7 zeigt einen nur wenig Grundfläche beanspruchenden Pumpensatz, der in einen Winkeleisenrahmen eingebaut ist. Mit dem Fortschreiten des Abteufens werden die an einem Seil beweglich aufgehängten Pumpensätze in den Schacht herabgelassen; bei Sprengungen werden sie entsprechend hochgehoben.

Jede Pumpe wird von einem Drehstrommotor von 400 kW in senkrecher, geschlossener Bauart, 1500 U/min, 2000 V, 50 Hz, mit Doppelnutläufer angetrieben und mittels Anlaßtransformators angefahren. Der Ölbehälter des oberen Motortraglagers und das Motorgehäuse werden mit Wasser gekühlt; sie erhielten schraubenförmig am Umfang verlaufende Angüsse, die zur Führung des Kühlwassers dienen. Messungen im Prüffeld ergaben bei Vollast einen Kühlwasserverbrauch von etwa 85 l/min bei einer Temperaturzunahme von rd. 4 ° C; der Wirkungsgrad beträgt 93,5 %, der Leistungsfaktor 0,885. Die Pumpen wurden 1932 in Betrieb genommen. Im Dezember 1933 erfolgte trotz aller Vorsichtsmaßnahmen bei einer Teufe von etwa 300 m ein Wassereinbruch, der etwa 80 bis 90 m³ Wasser je Minute in den Schacht führte und auch die Abteufpumpen mit den Antriebsmotoren unter Wasser setzte. Das Wasser stieg schnell im Schacht bis auf 180 m Teufe, so daß die Pumpensätze nicht mehr hochgezogen werden konnten. Erst nach drei Monaten war es möglich, diese aus dem Sandwassergemisch zu befreien. Nach erfolgtem Reinigen und Trocknen wurde festgestellt, daß die mit kompoundierten Ganzformspulen mit Isolation nach Klasse B ausgerüsteten Motoren keinerlei Schaden gelitten hatten. [W. Hild, AEG-Mitt. (1935) H. 10.] *Rg.*



a Stromwandlerkasten mit Druckknöpfen und Strommesser
b Rückschlagklappe
c Absperrventil
d Hängerahmen
e Tragrolle
f Abteufmotor
g Motorlaterne mit Pumpentraglager
h Flaschenzüge
i Abteufpumpe
k Kugelkopf mit beweglichem Einsatz und Sicherheitsventil
l Schlauchleitung
m Saugkorb mit Fußventil

Abb. 7. Abteufpumpe im Senkrahmen.

Fernmeldetechnik.

621. 396. 11 **Die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen über eine kugelförmige Erde.** — Die Watsonsche Formel für die Ausstrahlung eines senkrechten Dipols über eine sphärische vollkommen leitende Erde wird von Burrows erörtert, der eine Näherung angibt für solche Entfernungen vom Sender, bei denen eine Vernachlässigung der Heaviside-Schicht möglich ist. Mit Einführung des Entfernungsmaßes $x = d/\sqrt[3]{\lambda}$ ($d =$ Entfernung Sender—Empfänger) kann die Watsonsche Lösung für $x < 160$ durch die Abrahamsche Lösung für ebene Begrenzung $E = \frac{120\,\pi\,H\,I}{\lambda\,d}$ und für $x > 160$ durch das erste Glied der Watsonschen Summenformel

$$E = \frac{120\,\pi\,H\,I}{\lambda\,d} \cdot 0{,}1136\,\sqrt{x}\,e^{-0{,}00376\,x}$$

angenähert werden. Der Fehler ist kleiner als ein Dezibel. Die bekannte Austin-Cohensche Formel

$$E = \frac{120\,\pi\,H\,I}{\lambda\,d} \cdot e^{-0{,}0015\,\frac{d}{\sqrt{\lambda}}}$$

wird erhalten bei Berücksichtigung einer leitenden Schicht in 100 km Abstand von der Erdoberfläche.

Der Einfluß der brechenden Wirkung der niederen Atmosphäre ist wesentlich größer als der Einfluß der endlichen Leitfähigkeit des Bodens, besonders dann, wenn die Ausbreitung über Meerwasser bei Frequenzen von einigen tausend kHz und darunter erfolgt. Dieser Einfluß wird in bekannter Weise durch Ersatz des wirklichen Erdradius durch einen K-fach vergrößerten fiktiven Erdradius berücksichtigt. Ein Vergleich der Theorie mit Feldstärkemessungen bei 800 und 4200 kHz zeigt bei Annahme vollkommener Leitfähigkeit der Erde und unter Berücksichtigung der Brechung durch die niedere Atmosphäre befriedigende Übereinstimmung. [Ch. R. Burrows, Bell Syst. techn. J. 14 (1935) S. 477.] *Gkf.*

Hochspannungstechnik.

621. 316. 933. 9 : 537. 523 . **Funkenentladungen zwischen Widerstandsplatten.** — Im letzten Jahrzehnt haben Überspannungsableiter Bedeutung erhalten, deren Ableiterelemente aus Halbleiterscheiben bestehen, zwischen denen Entladungen brennen. Der Widerstand der Platten wird z. B. bei Kathodenfallableitern so gewählt, daß die Entladung in den Luftspalten zwischen den Platten in eine große Anzahl parallel brennender Einzelentladungen zerteilt wird. Die Verhältnisse der Strömung in den Platten wurden einer genauen analytischen Untersuchung unterzogen. Die Berechnung des ohmschen Spannungsabfalles einer Einzelentladung ergibt sich aus den elementaren Betrachtungen der Potentialtheorie. Rücken die Entladungen mit zunehmender Stromstärke näher aneinander, so wirken sie aufeinander ein und erhöhen den ohmschen Spannungsabfall. Die gegenseitige Beeinflussung benachbarter Entladungen läßt sich in ähnlicher Weise wie die Bestimmung elektrischer Felder im Innern von Atomgittern nach Art eines Systems von regelmäßig angeordneten Punktladungen bestimmen. Die sich hieraus ergebende Reihe ist für die numerische Auswertung bei weiter entfernt liegenden Quellpunkten umständlich. Die Berechnung wird für diesen Fall einfacher, wenn angenommen wird, daß der Strom nicht punktweise in unendlich vielen Quellen und Senken zu- und abströmt, sondern ein stetiger Verlauf des Strombelages vorausgesetzt wird, der durch beliebige Annäherung an den punktweisen Stromfluß das Ergebnis mit jeder gewünschten Genauigkeit erhalten läßt. An Hand von Zahlentafeln ist eine Auswertung der sich hieraus ergebenden Hankelschen Zylinderfunktionen möglich.

Die so gewonnenen zahlenmäßigen Unterlagen gestatten es, die Anzahl der Einzelentladungen zu berechnen, in die sich der Stromfluß zwischen den Platten auflöst. Es tritt immer dann eine neue, benachbarte Einzelentladung in bestimmtem Abstand zu den bereits vorhandenen Entladungen auf, wenn die zum Überschlagen des Luftzwischenraumes zwischen zwei Widerstandsplatten notwendige Spannung kleiner ist als die Potentialdifferenz zwischen den Platten in dem betrachteten Punkt. Der Spannungsabfall einer einzelnen Entladung innerhalb der Platte, gerechnet vom Eintrittspunkt in die Platte bis zu dem Abstand, in dem eine neue Entladung einsetzt, muß also gleich oder kleiner sein als die Überschlagsspannung des Luftspaltes zwischen den Widerstandsplatten, vermindert um die Brennspannung der Entladung. Liegen der Abstand bzw. die Überschlagspannung zwischen den Platten sowie der spezifische Widerstand des Plattenstoffes und die Stromdichte der Entladung fest, dann stellt sich der Durchmesser einer Einzelentladung so ein, daß die Durchbruchspannung im Entladeraum an

keiner Stelle überschritten wird. Durchmesser der Entladungen und Anzahl der Entladungen je cm^2 Plattenfläche sind durch die äußeren Bedingungen festgelegt. So läßt es sich zeigen, daß mit zunehmender Entladestromstärke durch einen Stapel Widerstandsplatten nicht nur die Anzahl der Entladungen zunimmt, sondern auch der Durchmesser der Einzelentladungen anwächst, je näher die Entladungen aneinander rücken bzw. je größer die Bedeckung der Platte mit Entladungen wird.

Ein Vergleich mit Versuchen zeigt eine recht gute Übereinstimmung mit der Berechnung. Die Entladestromdichte von Stoßentladungen zwischen Widerstandsplatten betrug 50 A/cm^2 für eine Halbwertdauer der Entladungen bis etwa 500 μs bzw. für eine Verweildauer, während der der Strom größer war als 90 % seines höchsten Werts, bis etwa 75 μs. Bei Verweildauern des Stromes, die kleiner als etwa 12,5 μs waren, wird die Trägheit der Ausbreitung bereits merklich. Diese läßt sich dadurch einschränken, daß durch Wahl der Entladebedingungen sich für die Einzelentladungen ein möglichst kleiner Durchmesser ergibt.

Die Kennlinie derartiger Entladungen zwischen Halbleiterscheiben hat eine mehr oder weniger ausgeprägte Schleifenform, da mit zunehmender Stromstärke, also mit zunehmender Bedeckung der Platte mit Entladungen, zunächst die Anzahl der Entladungen zunimmt, bei Verminderung der Bedeckung aber die einmal gezündeten Entladungen so lange bestehen bleiben, bis sie infolge Verkleinerung ihres Durchmessers nicht mehr stabil brennen können und verlöschen. [D. Müller-Hillebrand, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 8, S. 513.]

Physik und theoretische Elektrotechnik.

621. 3. 012 : 537. 525 **Die Strom-Spannungs-Kennlinie der Spritzentladung.** — Die Spritzentladung, eine von Güntherschulze und Fricke entdeckte Glimmentladung ohne Hittorfschen Dunkelraum und ohne Kathodenfall, tritt auf, wenn als Kathode ein Halbleiter benutzt wird, auf dem sich eine dünne Schicht eines hochisolierenden Stoffes befindet (z. B. Al_2O_3). Eine Messung der Strom-Spannungs-Kennlinie war bisher nicht möglich, da wegen der fortschreitenden Zerstörung der wirksamen Schicht auf der Kathode die Brennspannung mit der Entladungsdauer stetig anstieg. Weiter zeigte sich eine Abhängigkeit der Brennspannung von der vorher vorhandenen Belastung. H. Schnitger gelingt es nun, durch Reinigung der Gase (Ausfrieren mit flüssiger Luft), Getterung mit Mg oder Na und durch Verwendung von Ocelit-Kathoden geringen Widerstandes ohne zusätzliche isolierende Schicht die Entladungsbedingungen hinreichend konstant und wiederholbar zu machen. Im Ocelit sind immer genug isolierende Teilchen vorhanden, so daß auf der Oberfläche der Kathode eine natürliche, nicht zusammenhängende Isolierschicht besteht. Die u, i-Kurven verschieben sich mit fallenden Druck nach höheren Spannungen. Aus diesem Grunde und aus einem bei niedrigen Drucken auftretenden Langmuirschen Dunkelraum muß geschlossen werden, daß der Teil der Kathodenoberfläche, auf dem keine isolierenden Teilchen sitzen, als Sonde wirkt. Um den Anteil dieses Sondenstromes am Gesamtstrom möglichst gering zu halten, muß die Strom-Spannungs-Kennlinie der Spritzentladung bei sehr niedrigen Drucken bestimmt werden. Die in H_2 und N_2 bei einem Druck von 0,05 Tor ermittelten Strom-Spannungs-Kennlinien lassen sich durch die Gleichung

$$i = A\, u^2\, e^{-B/u}$$

darstellen. [H. Schnitger, Z. Physik 96 (1935) S. 551.] *-ffe.*

621. 3. 025 : 512. 9 **Beitrag zum Problem der Wechselströme beliebiger Kurvenform.** — In einer früheren Arbeit[1]) hatte W. Quade gezeigt, wie man die Gramsche Determinate benutzen kann, um festzustellen, wann die drei Vektoren, entsprechend den effektiven Werten der Klemmenspannung und der Ströme von zwei parallel geschalteten Kreisen, komplanar sein können. Hiervon ausgehend zeigt P. Andronescu, daß es nur drei Fälle gibt, in welchen die obigen drei Vektoren komplanar liegen können, nämlich: 1. bei sinusförmigen Spannungen und Strömen, 2. wenn in einem der zwei parallel geschalteten Kreise die Augenblickswerte von Strom und Klemmenspannung einander proportional sind, und 3. wenn die Augenblickswerte der beiden Ströme einander proportional sind. [Pl. Andronescu, Arch Elektrotechn. 29 (1935) H. 11, S. 802.]

1) W. Quade, Arch. Elektrotechn. 28 (1934) H. 2, S. 130.

537. 311. 2 : 621. 3. 025 **Die Ausbreitung des Wechselstroms im Erdreich zwischen zwei in der Erdoberfläche liegenden Elektroden.** — Eine Arbeit von H. Buchholz beschäftigt sich mit der quasistationären Ausbreitung des Wechselstroms im Erdreich zwischen zwei kreisförmigen Elektroden, denen der Strom durch zwei parallele, unendlich lange und senkrecht auf die Grenzfläche auftreffende Leiter zugeführt wird. In dieser Fassung bildet die Aufgabe eines der beiden Teilprobleme, in die die Untersuchung der Stromverteilung zwischen zwei über eine rechteckige Drahtschleife gespeiste Elektroden zerlegt werden kann. Diese Zerlegung gestattet, bei dem hier behandelten Teilproblem alle Feldgrößen wegen der verschwindenden Senkrechtkomponente des magnetischen Feldes aus der einzigen z-Komponente eines Hertzschen Vektors abzuleiten. Unter gewissen Voraussetzungen wird für diesen Vektor eine Integraldarstellung gewonnen. Der Aufbau dieser für das Weitere grundlegenden Lösung läßt darauf schließen, daß auch im Erdreich das Magnetfeld, wenngleich es durch Dämpfung und Phasenverschiebung modifiziert wird, einen ähnlichen Feldlinienverlauf besitzt wie zwischen den beiden Zuleitungen.

Über das Strömungsfeld des Erdkörpers sind als wichtigste Ergebnisse anzuführen: Das Strömungsfeld im Erdreich entsteht aus der Überlagerung der meridionalen Strömungen an beiden Elektroden. Längs der Mittellinie zwischen beiden Elektroden nimmt an der Leitoberfläche die Stromdichte bei Gleichstrom mit der reziproken dritten Potenz des seitlichen Abstandes ab. Bei Wechselstrom erfolgt mit steigenden Werten des Produktes νc diese Abnahme immer langsamer, bis sie schließlich nach dem Gesetz der reziproken zweiten Potenz verläuft. Das Eindringen des Stromes in die Tiefe längs der Mittelsenkrechten zwischen den Elektroden wird durch ein Vektordiagramm wiedergegeben. Unterhalb jeder Elektrode sind wesentlich größere Werte der Stromdichte als sonst innerhalb der Hauptströmungszonen nur in einer Tiefe bis etwa zum Zehnfachen des Plattenradius zu finden. Das Eindringen der Strömung in das Erdreich läßt sich auch aus dem Zusammenwirken mehrerer Wellenzüge erklären. Der eine Wellenzug besteht aus einer ebenen Welle mit axialer Symmetrie zur Elektrodenachse; die Welle fällt in Richtung dieser Achse in das Erdreich ein. Der andere Wellenzug besteht aus zwei senkrecht zueinander schwingenden Kugelwellen, die vom Mittelpunkt einer jeden Elektrodenplatte ausgehen. Geschwindigkeit und Dämpfung haben für beide Wellenarten die gleichen Werte. Die Kugelwellen können zu einer elliptisch polarisierten Welle zusammengezogen werden, deren Schwingungsellipse in der Meridianebene liegt.

Das Spannungsfeld des Erdkörpers ist dadurch ausgezeichnet, daß die waagerecht gemessene Spannung zwischen einem beliebigen Aufpunkt und dem unendlich fernen Punkt einzig und allein von der Lage des Aufpunktes abhängt. Die in einem entsprechenden Drahtstück zustandekommende Spannung wird für den Fall berechnet, daß der Draht in der Erdoberfläche liegt. Der Ausdruck für den Spannungstrichter an einer Elektrode berücksichtigt den Einfluß der Stromverdrängung. Beim Widerstand des Erdkörpers muß unter den Voraussetzungen der Aufgabe unterschieden werden zwischen dem elektromotorisch und energetisch definierten Widerstand. Zunächst werden die Integralausdrücke für beide Widerstände hergeleitet und für den Gleichstromfall numerisch miteinander verglichen. Für den energetisch definierten Widerstand, der nach diesem Vergleich den Vorzug verdient, werden dann auch für den Wechselstromfall aus der Integraldarstellung die zu seiner numerischen Berechnung geeigneten Formeln entwickelt und besprochen. [H. Buchholz, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 11, S. 741.]



WIRTSCHAFTSTEIL.

Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft der Schweiz im Berichtsjahr 1934.

621. 311. 1. 003 (494)

Übersicht. Über die Erzeugung und Verwendung elektrischer Arbeit in der Schweiz im „hydrographischen Jahr" 1933/34 wird kurz berichtet und ein Vergleich mit den Betriebsergebnissen des Vorjahres gezogen.

Kürzlich wurde an dieser Stelle eine Übersicht über die verfügbaren Energiequellen und die Organisation der öffentlichen Elektrizitätsversorgung der Schweiz gegeben[1]). Dieser Bericht enthält auch die wichtigsten statistischen Angaben über Erzeugung und Verbrauch an elektrischer Arbeit in den letzten Jahren bis einschließlich September 1933. Die neuesten Veröffentlichungen der Eidg. Ämter für Elektrizitätswirtschaft[2]) und für Wasserwirtschaft[3]) geben ein Bild von der Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft des Landes im verflossenen hydrographischen Jahr, d. h. in der Zeit vom 1. X. 1933 bis 30. IX. 1934.

Die Stromerzeugung beider Hauptgruppen von Elektrizitätswerken, d. h. der Werke der öffentlichen Versorgung wie der Bahn- und Industriekraftwerke, erfuhr im Berichtsjahr eine gegenüber dem Vorjahr erhebliche Steigerung. Zahlentafel 1 gibt einen Überblick über die

Zahlentafel 1. Erzeugung der Elektrizitätswerke der öffentlichen Versorgung.

Hydrographisches Jahr (1. Okt. bis 30. Sept.	1933/34 (in 10^6 kWh)	1932/33 (in 10^6 kWh)
1. Erzeugung in Wasserkraftwerken	4064	3738
2. Erzeugung in thermischen Kraftwerken	14	7
3. Bezug von Bahnen und Industriewerken	68	68
4. Einfuhr	7	4
5. Insgesamt	4153	3817
6. Davon Ausfuhr	1140	977
7. Eigenverbrauch der Werke für Antrieb von Speicherpumpen	55	57
8. bleibt für Inlandabgabe	2958	2783

Stromerzeugung der Werke der öffentlichen Versorgung, also der Werke mit Stromabgabe an Dritte. Die Gesamtabgabe dieser Werke erreichte im Berichtsjahr mit 4153 · 10^6 kWh eine absolute Höchstziffer. Die Mehrerzeugung gegenüber dem Vorjahr beträgt rd. 336 · 10^6 kWh, also 8,8 %. Sowohl die Inlandabgabe als auch die Stromausfuhr haben gegenüber dem Vorjahr zugenommen, erstere um rd. 6 %, letztere um nahezu 17 %.

Die Stromerzeugung der Wasserkraftwerke stieg von 3738 auf 4064 · 10^6 kWh infolge Inbetriebnahme neuer Werke und dank reichlicher Wasserführung der Gewässer im Berichtsjahr. Die Erzeugung in thermischen Kraftwerken war doppelt so groß wie im Vorjahr, erreichte aber mit 14 · 10^6 kWh nur etwa 0,34 % der Gesamterzeugung und des Bezugs der Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung. Die Zunahme erklärt sich hauptsächlich aus der Inbetriebsetzung des Fernheizkraftwerkes der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich mit vorwiegend Stromerzeugung im Gegendruckbetrieb.

Die gesamte Inlandabgabe der Werke mit öffentlicher Versorgung nahm — einschließlich der Verluste — um 175 · 10^6 kWh gegenüber dem Vorjahr zu. An dieser Zunahme sind alle Verbrauchergruppen nennenswert beteiligt (vgl. auch 1. Spalte von Zahlentafel 2). Von besonderem Interesse ist die Feststellung, daß im Berichtsjahr zum erstenmal seit der Wirtschaftskrise der Industrieverbrauch für Allgemeinanwendungen zugenommen hat. Er stieg gegenüber dem Vorjahr um rd. 23 · 10^6 kWh, bleibt indessen immer noch unter dem Höchstwert des Jahres 1930/31. Die Verbrauchergruppe Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft weist eine Zunahme des Verbrauchs von 52 · 10^6 kWh auf. Seit einer Reihe von Jahren steigen diese Verbrauchsziffern — im Gegensatz zum Industrieverbrauch — stetig an. Auch die Stromabgabe für elektrochemische, metallurgische und thermische Anwendungen weist eine Zunahme gegenüber dem Vorjahr auf. Im besonderen die Stromabgabe zum Betrieb von Elektrokesseln stieg sehr stark, nämlich um nahezu 31 %. Die Stromabgabe an elektrische Bahnen stieg wie in den Vorjahren so auch im Berichtsjahr wieder um etwa 5 %.

Von der oben erwähnten Gesamtzunahme von 175 mal 10^6 kWh des Inlandverbrauchs entfallen ungefähr ⅔ auf die Lieferung von elektrischer Arbeit zu normalen Preisen, ungefähr ⅓ auf Abgabe von Überschußstrom zum Betrieb von Elektrokesseln und für andere Wärmeanwendungen.

Die Ausfuhr erreichte im Berichtsjahr mit 1140 · 10^6 kWh einen Höchstwert. Die größte Ausfuhrziffer hatte bisher das Betriebsjahr 1930/31 inne, in dem ebenfalls über eine Milliarde kWh ausgeführt wurden. Die Steigerung der Ausfuhr im Berichtsjahr wurde durch die Inbetriebnahme des schweizerisch-deutschen Rheinkraftwerkes Albruck-Dogern bedingt, dessen Schweizer Kraftanteil ebenfalls nach Deutschland geliefert wird.

Bezogen auf die Gesamtabgabe der Werke für öffentliche Elektrizitätsversorgung entfallen auf die einzelnen Abnehmerarten im Betriebsjahr sowie im vorhergehenden Jahr folgende Anteile:

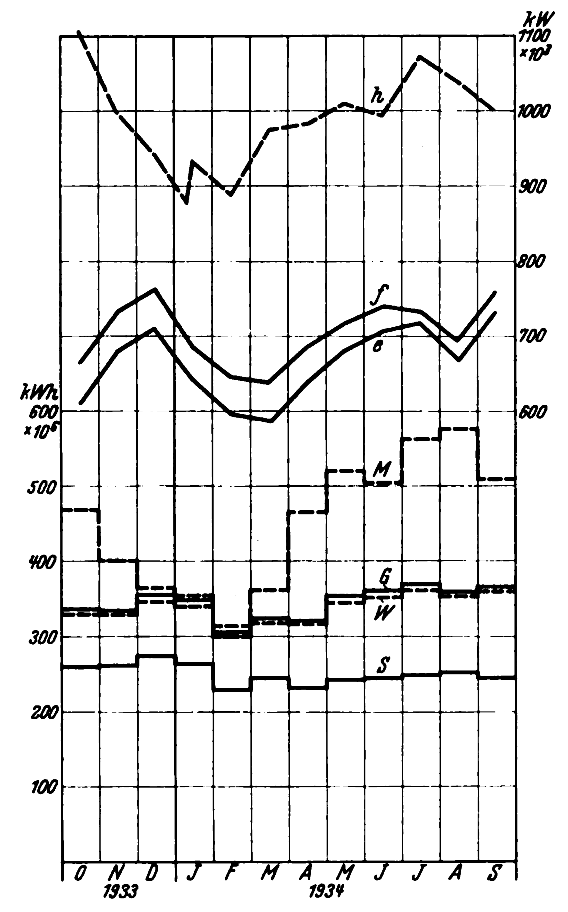
	1932/33 %	1933/34 %
Haushalt, Gewerbe, Landwirtschaft	35,8	35,0
Industrie, ausschließl. Elektrochemie und Metallurgie	17,2	16,0
elektrochemische und metallurgische Industrie	5,8	6,0
Elektrokessel	4,4	5,0
Bahnen	6,8	6,5
Stromausfuhr	30,0	31,5

Kurve *G* der Abb. 1 gibt den Verlauf der monatlichen Stromabgabe der Elektrizitätswerke der öffentlichen Stromversorgung für das Berichtsjahr 1933/34 wieder, *W* den Anteil, der aus den Wasserkraftanlagen dieser Werke gedeckt wurde. Die schmale Differenzfläche zwischen den Kurven *G* und *W* stellt also die elektrische Arbeit dar, die durch Bezug aus Bahn- und Industriekraftwerken, durch Stromeinfuhr oder aus thermischen Kraftanlagen gedeckt wurde. Kurve *S* stellt den gesamten Inlandverbrauch, inbegriffen die Verluste in den Übertragungs- und Verteilungsanlagen und den Eigenverbrauch der Kraftwerke für den Betrieb der Speicherpumpen dar. Zum Vergleich ist Kurve *M* der möglichen hydraulischen Erzeugung eingezeichnet, wobei die im Berichtsjahr vorhanden gewesene Wasserführung unter Berücksichtigung der Vermehrung durch die Wasserentnahme aus Speichern im Winter und die Verminderung durch die Wiederauffüllung der Becken im Sommer zugrunde gelegt ist. Die gesamte Erzeugungsmöglichkeit betrug 1933/34 5412 · 10^6 kWh gegen 5135 · 10^6 kWh im Vorjahr 1932/33. Trotz Erweiterung eines bestehenden Kraftwerkes und der Inbetriebnahme des bereits erwähnten Kraftwerkes Albruck-Dogern im Dezember 1933 stieg die Erzeugungsmöglichkeit also nur um etwa 5 %. Die Ursache dieser nur geringen Zunahme liegt in der gegenüber dem Vorjahre erheblich kleineren Wasserführung der Flüsse während 1933/34. Die Erzeugungsmöglichkeit nach Maßgabe der natürlichen Zuflüsse allein, also ohne Berücksichtigung der Speicherung, erreichte im Berichtsjahr nur 5258 · 10^6 kWh, im Winter 1934 1925 · 10^6 kWh gegen 5047 · 10^6 kWh bzw. 1885 · 10^6 kWh im

[1]) ETZ 56 (1935) H. 18, S. 509; H. 19, S. 541.
[2]) Bericht des Bundesrates 1934, Post- und Eisenbahndepartement V, Amt für Elektrizitätswirtschaft, ferner Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) H. 1, S. 1.
[3]) Wasser- und Energiewirtsch., Zürich (1935) H. 1.



Vorjahre bzw. Winter 1933. Im Herbst 1933 erreichten die aufgespeicherten Energiemengen 97 % der gesamten nutzbaren Kapazität der Speicherbecken für monatlichen und jährlichen Ausgleich. Diese Kapazität betrug im Berichtsjahr 509 · 10⁶ kWh, das neue, inzwischen fertiggestellte Speicherkraftwerk La Dixence ist nicht mitberücksichtigt. Wegen der großen Trockenheit im Winter 1933/34 wurde der Wasservorrat der Speicherbecken besser ausgenutzt als im vorhergehenden Winter. Im Frühjahr 1934 blieb am Tage des geringsten Vorrats eine Reserve von 31 % (im Vorjahr 37 %) der höchsten Speichermenge im Winteranfang zurück.



S Inlandverbrauch (einschl. Speicherpumpenenergie und Verluste)
W wirkliche Erzeugung in Wasserkraftwerken der öffentlichen Versorgung
G Gesamtabgabe der Werke der öffentlichen Versorgung (Inland + Ausfuhr)
M mögliche hydraulische Erzeugung unter Berücksichtigung der Speicherung
e wirkliche Höchstleistungen der Gesamtbelastung aller Unternehmungen
f Summe der wirklichen Höchstleistungen der einzelnen Unternehmungen
h insgesamt an den gleichen Tagen verfügbar gewesene Höchstleistungen

Abb. 1. Verlauf der monatlichen Stromabgabe und -erzeugung und der Höchstleistung der Werke öffentlicher Versorgung.

Die A u s n u t z u n g d e r W a s s e r k r ä f t e, d. h. das Verhältnis der wirklichen Erzeugung elektrischer Arbeit zur Erzeugungsmöglichkeit betrug im Berichtsjahr rd. 75 % gegenüber 72,5 % im Vorjahr.

Die im Berichtsjahr eingetretenen H ö c h s t l e i s t u n g e n gehen aus den Kurven *e* und *f* der Abb. 1 hervor. Kurve *f* bezieht sich auf die Summe der (nicht gleichzeitig aufgetretenen) Höchstleistungen der einzelnen Unternehmungen, Kurve *e* auf die H ö c h s t l e i s t u n g der Gesamtbelastungen a l l e r Unternehmungen der öffentlichen Stromversorgung; hierbei wurden für jeden Monat die Höchstbelastungen des der Monatsmitte nächsten Mittwochs zugrunde gelegt.

Die g r ö ß t e L e i s t u n g d e r S u m m e n b e l a s t u n g aller Werke trat wieder im September ein und betrug 730 000 kW (im Vorjahre 685 000 kW). Die a n t e i l i g e L e i s t u n g s s p i t z e des Inlandsbezuges erreichte hierbei rd. 525 000 kW. Die ideelle B e n u t z u n g s d a u e r der gesamten Stromabgabe der Elektrizitätswerke der öffentlichen Versorgung beläuft sich demnach auf 5700 h. Kurve *h* gibt zum Vergleich die an den Tagen der Ermittlung der tatsächlich erreichten Höchstleistungen m ö g l i c h g e w e s e n e n H ö c h s t l e i s t u n g e n an. Sie wurden berechnet als Summe folgender Beträge: der an den betreffenden Tagen m ö g l i c h gewesenen mittleren 24stündigen Leistungen der Laufwerke auf Grund der t a t s ä c h l i c h e n Wasserführung, der Leistung der Speicherkraftwerke bei voller Leistungsbeanspruchung (diejenige der reinen Winterwerke für die Monate Mai bis September nicht mitgerechnet), der Höchstleistung des wirklichen Bezugs aus Bahn- und Industriekraftwerken für die Allgemeinversorgung sowie der Stromeinfuhr und schließlich der gesamten installierten Leistung der thermischen Kraftwerke.

Die g e s a m t e E r z e u g u n g aller Elektrizitätswerke mit über 300 kW Kraftwerksleistungen sind in Zahlentafel 2 zusammengestellt. Zu der Erzeugung der Werke für öffentliche Versorgung tritt diejenige der B a h n kraftwerke (Schweiz. Bundesbahnen und einige Privatbahnen) und Stromerzeugung der I n d u s t r i e i n e i g e n e n K r a f t w e r k e n. Die Gesamterzeugung des Landes an elektrischer Arbeit erreichte im Berichtsjahr — einschließlich 7 · 10⁶ kWh Einfuhr — 5355 · 10⁶ kWh oder 420 · 10⁶ kWh mehr als im Vorjahr.

Z a h l e n t a f e l 2. Gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Arbeit in der Schweiz im hydrographischen Jahr 1933/34.

	öffentl. Elektrizitäts-versorgung	Bahn- und Industrie-Kraftwerke	Insgesamt
		in 10⁶ kWh	
1. Erzeugung in Wasserkraftwerken	4064	1248	5312
2. Erzeugung in thermischen Kraftwerken	14	22	36
3. Bezug von Bahn- und Industriewerken	68	—	—
4. Einfuhr	7	—	7
5. Insgesamt	4153	1270	5355
6. Davon Ausfuhr	1140	—	1140
7. Eigenverbrauch der Werke für Antrieb von Speicherpumpen	55	1	56
8. bleibt für Inlandabgabe	2958	1201	'4159
9. Verbrauch in Haushalt, Gewerbe Landwirtschaft	1217	11	1228
10. Industrie, allgemeine	583	148	731
11. Elektrochemische u. -metallurg. Industrie	216	488	704
11. Elektrokessel	183	90	273
12. Bahnbetriebe: Schweiz. Bundesbahnen	74	373	447
desgl. übrige	160	13	173
13. Verluste in Verteilanlagen	525	78	603
14. Abgabe von Bahn- und Industriewerken für Allgemeinversorgung	—	68	—

Auf den K o p f d e r B e v ö l k e r u n g bezogen, betrug die S t r o m e r z e u g u n g der Werke der ö f f e n t l i c h e n Stromversorgung im Berichtsjahr rd. 1020 kWh (i. V. 940 kWh), der g e s a m t e I n l a n d s b e d a r f, soweit er aus diesen gedeckt wurde, 730 kWh (690 kWh), schließlich die G e s a m t e r z e u g u n g a l l e r Kraftwerke der Schweiz 1320 kWh (1220 kWh) je Kopf der Bevölkerung.

Zusammenfassung.

Die gesamte Erzeugung des Landes an elektrischer Arbeit erreichte im Berichtsjahr mit 5355 · 16⁶ kWh 420 · 10⁶ kWh mehr als im Vorjahr. *Zch.*

Energiewirtschaft.

621. 311. 1 : 31 **Die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1934.** — Wie alljährlich ist auch die Statistik des Reichsverbandes der Elektrizitäts-Versorgung (REV) für das Jahr 1934 wieder in der alten Aufmachung erschienen[1]). Ihr ist zu entnehmen, daß sich die Zahl der deutschen Mitglieder-Elektrizitätswerke erfreulicherweise trotz verschiedener Verschmelzungen auf 591 erhöht hat (gegen 564 und 578 in den Jahren 1932 und 1933), während die Zahl der ausländischen Unternehmungen auf 63 gesunken ist (gegen 73 und 82 in den Jahren 1932 und 1933). Von den deutschen Werken haben als Betriebskräfte 64 Dampfkraft mit Steinkohle, 40 Dampfkraft mit Braunkohle, 8 Dampfkraft mit Stein- und Braunkohle, 4 Dampfkraft und Hochofengas, 78 Wasserkraft, 43 Treibölkraft, 46 Dampf und Wasser, 4 Dampf und Gas, 20 Dampf und Öl, 33 Wasser und Öl, 1 Wasser und Gas, 6 Gas und Öl, 12 Dampf, Wasser und Öl, 1 Dampf, Wasser und Gas, 1 Dampf, Gas und Öl, 2 Wasser, Gas und Öl, 1 Dampf, Wasser, Gas und Öl, 227 keine eigene Stromerzeugung. Von den 63 ausländischen Werken haben 15 Dampfkraft mit Steinkohle, 2 Dampfkraft mit Braunkohle, 1 Dampfkraft mit Heizöl, 1 Dampfkraft mit Steinkohle, Heizöl und Müll (Amsterdam), 16 Wasserkraft, 1 Treibölkraft, 11 Dampf und Wasser, 2 Dampf und Öl, 4 Wasser und Öl, 1 Dampf, Wasser und Öl, 1 Wasser, Gas und Öl, 8 keine eigene Stromerzeugung. Von den früheren Anlagen mit Müllverbrennung ist bei den in der Statistik verzeichneten Werken also nur noch die in Amsterdam in Betrieb.

Diesmal sind die Angaben über die gesamte Leistungsfähigkeit (Leistung der Stromerzeuger + Akkumulatoren + Anlagen zur Übernahme von Fremdstrom) in der Statistik nicht mehr enthalten. Will man die Benutzungsdauern der aufgetretenen Höchstleistungen, die in der Statistik enthalten sind, mit denen der gesamten Leistungsfähigkeit vergleichen, so muß man also die ersteren Werte selbst feststellen. Ich halte diese Zahlen für so wertvoll, daß ich einen Teil ausgerechnet

[1]) Statistik für das Jahr 1934. Herausg. vom Reichsverband der Elektrizitäts-Versorgung (REV), Berlin 1935. Mit Daumenreg. u. 431 S., in 4°. Verlag Franckh'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co., Abtlg. Berlin, Berlin W 62.

Zahlentafel 1.

	Ort	Abgabe ab Sammelschienen 1000 kWh I		nutzbare Abgabe 1000 kWh II		gesamte Höchstleistung kW III		Benutzungsdauer der gesamten Höchstleistung h $IV = \frac{I}{III}$		gesamte Leistungsfähigkeit kVA V		Benutzungsdauer der gesamten Leistungsfähigkeit bei $\cos \varphi = 0,70$ h $VI = \frac{I}{V \cdot 0,70}$	
		1933	1934	1933	1934	1933	1934	1933	1934	1933	1934	1933	1934
Inland	1. Berlin, Bewag	1 212 282	1 331 889	1 078 019	1 188 497	411 600	439 000	3 077	3 173	999 909	1 240 205	1 733	1 376
	2. Berlin, Elektrowerke AG.	1 811 722	—	1 709 557	2 129 180	347 500	398 000	5 214	5 640	853 000	839 000	3 043	—
	3. Biberach, OEW	185 130	220 037	156 291	185 328	54 000	55 300	3 460	4 000	220 000	221 633	1 201	1 418
	4. Dresden, AG. Sächsische Werke	925 111	1 060 134	*) 766 321	*) 855 159	255 500	260 500	4 071	4 259	**)557 020	**)557 020	2 373	2 719
	5. Ellwangen, Überlandwerk Jagstkreis AG.	30 489	35 650	24 855	29 972	12 300	12 500	2 500	2 870	42 812	42 812	1 017	1 190
	6. Eßlingen, Neckarwerke AG.	132 244	161 124	109 387	138 713	38 142	46 429	3 692	3 543	175 299	128 808	1 078	1 799
	7. Hamburg, Hamburgische Elektricitäts-Werke AG.	404 831	446 988	354 769	390 555	114 150	121 950	3 672	3 792	303 924	303 849	1 903	2 102
	8. Karlsruhe, Badenwerk	440 620	447 060	420 426	440 015	99 368	105 930	5 061	5 227	137 286	137 580	4 585	4 652
	9. Stuttgart, Städt. El.-W.	202 997	241 163	173 053	209 175	75 680	70 920	2 764	3 531	162 350	169 580	1 789	1 711
	dgl., Lieferung an Reichsbahn	5 240	9 443	5 126	9 312	7 300	10 500	702	899	8600/13 600	8600/13 600	870/555	1568/992
Ausland	10. Amsterdam, Städt. El.-W.	367 904	385 494	328 605	345 324	116 755	121 424	3 370	3 390	252 000	252 000	2 086	2 185
	11. Budapest, „	258 138	289 323	210 626	237 862	73 400	71 050	3 671	4 235	288 885	292 904	1 277	1 411
	12. Danzig, „	37 745	46 496	33 772	40 370	11 100	13 360	3 511	3 566	37 368	42 793	1 444	1 552
	13. Hermannstadt, Hermannstädter Elektrizitätswerk AG.	11 656	11 341	10 023	10 084	3 220	3 360	3 720	3 451	14 370	14 370	1 159	1 127
	14. Kopenhagen, Städt. El.-W.	174 074	247 920	147 658	220 682	60 300	97 000	2 901	2 567	176 590	234 390	1 408	1 511
	15. Malmö, „	65 230	70 077	59 468	64 081	18 180	22 000	3 594	3 192	28 749	28 749	3 241	3 483
	16. Wien, „	466 824	450 375	350 387	337 611	139 800	139 000	3 421	3 317	365 647	334 800	1 686	1 922
	17. Zürich, „	265 074	† 317 455	217 308	245 609	78 200	77 000	3 390	3 820	174 320	175 400	2 172	2 586

*) außerdem 69 845 (1933) bzw. 75 940 (1934) kWh an eigene Braunkohlenwerke. **) mit 86 000 kVA des Pumpspeicherwerks Niederwartha.
†) mit 23 484 MWh für Speicherpumpen.

Zahlentafel 2.

	Ort	Eigenerzeugung 1000 kWh VII		eigene Höchstleistung kW VIII		Benutzungsdauer der eigenen Höchstleistung h $IX = \frac{VII}{VIII}$		eigene Erzeugerleistung kW X		Benutzungsdauer der eigenen Erzeugerleistung h $XI = \frac{VII}{X}$	
		1933	1934	1933	1934	1933	1934	1933	1934	1933	1934
Inland	1. Berlin, Bewag	777 771	883 200	292 600	322 200	2 658	2 741	752 450d)	750 950d)	1 034	1 176
	2. Berlin, Elektrowerke AG.	1 811 722	2 243 816	347 500	—	5 214	--	735 950	545 000	2 462	4 112
	3. Biberach, OEW	120 885	129 083	36 200	36 000	3 340	3 590	56 209	57 043	2 151	2 263
	4. Dresden AG. Sächsische Werke	909 824a)	1 128 348a)	255 500	232 800	4 071	4 554	444 846e)	444 846e)	2 045	2 536
	5. Ellwangen, Überlandwerk Jagstkreis AG.	778	652	850	1 025	915	635	10 250	10 250	76	64
	6. Eßlingen, Neckarwerke AG.	19 166	29 322	5 218	9 305	3 673	3 151	31 573	31 457	604	932
	7. Hamburg, Hamburgische Elektricitäts-Werke AG.	415 499	458 319	113 500	121 300	3 661	3 778	223 180	223 180	1 862	1 965
	8. Karlsruhe, Badenwerk	103 156b)	90 868b)	54 050	58 140	1 995	1 562	57 916	57 916	1 756	1 569
	9. Stuttgart, Städt. El.-W.	112 569	163 177	49 000	54 660	2 279	2 985	85 575	85 575	1 315	1 903
	dgl., Lieferung an Reichsbahn	5 240	9 443	7 300	10 500	702	899	6000/12 000	6000/12 000	870/435	1572/768
Ausland	10. Amsterdam, Städt. El.-W.	393 481	411 991	116 755	121 424	3 370	3 390	171 945	164 485	2 289	2 505
	11. Budapest, „	247 315	255 031	73 400	71 050	3 671	4 235	174 410	170 870	1 418	1 493
	12. Danzig, „	30 842	38 849	9 600	10 020	3 213	3 678	21 480	23 550	1 436	1 650
	13. Hermannstadt, Hermannstädter Elektrizitätswerk AG.	9 470	9 012	2 000	2 000	4 730	4 506	5 380	5 380	1 760	1 675
	14. Kopenhagen, Städt. El.-W.	174 948	248 802	60 300	97 000	2 901	2 565	110 600	151 900	1 582	1 638
	15. Malmö, „	429	298	2 200	3 740	195	80	4 780	4 780	90	62
	16. Wien, „	234 653	220 744	121 000	80 000	1 939	2 759	168 600	163 600	1 392	1 349
	17. Zürich, „	246 811c)	294 655c)	68 500	75 200	3 360	3 610	105 000	106 900	2 351	2 757

a) 63 319 MWh (1933) bzw. 68 101 MWh (1934) für Pumpverluste einbegriffen
b) 4 723 „ („) „ 4 412 „ („) „ „ „
c) 16 769 „ („) „ 23 484 „ („) „ „ „
d) mit Speicherturbinen 802 450 kW (1933) bzw. 800 950 kW (1934)
e) mit 70 000 kW Speicherturbinen Niederwartha.



und wie in den Vorjahren[1]) in der Zahlentafel 1 unter V und VI eingesetzt habe.

Diese Zahlentafeln enthalten wieder die statistischen Werte von denselben 9 reichsdeutschen und 8 ausländischen Werken, die ich auch in den letzten Jahren berücksichtigt habe. Es zeigt sich, daß bei den deutschen Unternehmungen eine teils beträchtliche Zunahme des Stromabsatzes zu verzeichnen ist. Aber auch im Auslande ist fast überall ein Aufschwung bemerkbar. Nur Wien macht eine Ausnahme.

Eine Leistungserhöhung der Eigenanlagen und auch der Bezugsanlagen hat nur ausnahmsweise stattgefunden. Im Gegenteil ist die Leistung der Bezugsanlagen teilweise sogar kleiner geworden. Büggeln.

[1]) Vgl. ETZ 52 (1931) S. 1930; 53 (1932) S. 928; 55 (1934) S. 150 u. 1087.

621. 311. 1. 008 (44) **Lehren, die man in Frankreich aus der Organisation des englischen Landesverteilungsnetzes ziehen kann.** — Das englische Zentralamt für Elektrizität (Central Electricity Board) wurde im Jahre 1926 zur Durchführung einer wirtschaftlichen Elektrizitätserzeugung und -verteilung gegründet[2]). Abstellung von in unwirtschaftlichen Verhältnissen arbeitenden Kraftwerken, Einteilung von Kraftwerken in drei Gruppen (Grundlast-, Reserve-, Spitzenkraftwerke), Vereinheitlichung der Frequenz, Ausbau eines Landesverteilungsnetzes, Stromlieferung aus den behaltenen oder neu erbauten Kraftwerken nach den Ortsverteilungsnetzen sowie eine entsprechende Tarifpolitik waren die Hauptpunkte seines Programms. Das Zentralamt, das zwar vom Verkehrsministerium abhängig ist und der Kontrolle des Parlaments untersteht, hat den Charakter einer Privatunternehmung (Kapital 450 Mill. RM[3]), die jedoch keinen Reingewinn erzielen darf. Nach einer achtjährigen Tätigkeit zählt das Landesverteilungsnetz 280 Verteilungspunkte, in welche Ortsverteilungsunternehmer mit Strom versorgt werden können; es hat bei 135 kV Betriebsspannung eine Länge von 4656 km (neben 1780 km zu 60 und 33 kV). Es wurden 122 bestehende Kraftwerke angeschlossen, 148 Kraftwerke stillgesetzt, 13 neue sind geplant. Die verfügbare Leistung beträgt 6 372 571 kW, die Stromerzeugung betrug im Jahre 1932 $12{,}2 \cdot 10^9$ kWh. Das Zentralamt ist mit umfangreicher Vollmacht ausgestattet und kann insbesondere die Schließung jedes Kraftwerkes vornehmen, wenn der Strompreis für die aus dem Landesverteilungsnetz gelieferte Arbeit niedriger ist als der Gestehungsstrompreis dieses Werkes. Der in den privaten und öffentlichen Kraftwerken erzeugte Strom wird dem Zentralamt verkauft, das den Strom den konzessionierten Ortsverteilern weiterverkauft. Die Strompreisdifferenz bildet das Einkommen des Zentralamtes und dient zur Tilgung des durch Anleihen herangebrachten Kapitals, das zum Ausbau des Landesverteilungsnetzes bestimmt ist. Die Kosten der Vereinheitlichung der Frequenz (etwa 230 Mill RM) werden dagegen von den Ortsverteilern getragen.

Die für die allgemeine Elektrisierung des Landes in England und in Frankreich maßgebenden Verhältnisse sind sehr verschieden: dichte Bevölkerung in England (225 500 km², 45,1 Mill Einwohner) gegenüber mäßiger Bevölkerungsdichte in Frankreich (550 000 km², 41,8 Mill Einwohner); wenig bedeutende Landwirtschaft in England, sehr große landwirtschaftliche Gebiete in Frankreich; seltene Wasserkräfte in England, reiche Wasserkraftgebiete in Frankreich. Vor dem Eingreifen der öffentlichen Macht waren in England nur wenig lange Ortsverteilungsnetze in der Umgebung der Kraftwerke und fast keine Übertragungsleitungen auf große Entfernungen vorhanden. Dagegen gab die geographische Verteilung der Kraftquellen und der Verbrauchsgebiete in Frankreich bald zum Ausbau von Fernleitungen Anlaß, mit welchen man, als sich die Zweckmäßigkeit einer höheren Organisation der Energiewirtschaft fühlbar machte, rechnen mußte. Während in Frankreich die Wärmekraftwerke bis jetzt keiner öffentlichen wirtschaftlichen Kontrolle im Sinne der englischen Organisation unterliegen, ist seit 1919 die Wasserkraftausnutzung (die hier fast 50 % der jährlich erzeugten Arbeit bildet) von der Erteilung einer Konzession abhängig. Ebenfalls ist seit 1923 zum Betrieb der zum Energietransport bestimmten Fernleitungen eine Konzessionserteilung notwendig, während andere Fernleitungen, die nur einen Teil des Verteilungsnetzes bilden, nur technischen Vorschriften entsprechen müssen. Diese für 75 Jahre geltenden Transportkonzessionen verpflichten den Unternehmer, die Energie gegen entsprechende Transportgebühren vom Erzeuger zum Verbraucher zu übertragen.

[2]) Stritzl, ETZ 54 (1933) S. 448; s. auch ETZ 55 (1934) S. 345; 51 (1930) S. 478, 824, 1246.

[3]) 1 £ = 12,5 RM.

Das Eingreifen der öffentlichen Macht ist daher in Frankreich gering, die ganze Entwicklung der Energiewirtschaft ist der Privatindustrie überlassen. Auch gibt es über 100 Unternehmer, die konzessionierte Fernleitungen (über 50 kV) betreiben. Die größten von ihnen sind durch den Zusammenschluß von Stromerzeugern in bestimmten begrenzten Gebieten entstanden. So erzeugt z. B. die Union des Producteurs d'Électricité des Pyrénées Orientales $1500 \cdot 10^6$ kWh im Jahr. Ähnliche Gruppen bestehen im Alpengebiet und im Massif Central. Die Rolle des englischen 135 kV-Landesverteilungsnetzes wird in Frankreich das 220 kV-Höchstspannungsnetz übernehmen, welches sich aber ohne jedes Eingreifen des Staates entwickelt. Die bestehenden oder projektierten 220 kV-Fernleitungen bilden das Viereck Paris—Troyes—Lyon—Ruëyres mit Abzweigungen nach Kembs, Sautet, Saumur, Rouen und Nordfrankreich[1]). Wenn auch dieses Viereck die Gesamtlänge von 1200 km nicht überschreitet, so gehört es sechs verschiedenen konzessionierten Unternehmungen, die Paris-Orléans-Bahn nicht mitgerechnet. Die Tarife für die Kraftübertragung sind nach verschiedenen, nicht einheitlichen Formeln aufgebaut, in welchen ein Grundpreis und ein nach der Entfernung und dem Leistungsfaktor berechneter beweglicher Preis erscheint. Sie verteuern in vielen Fällen sehr bedeutend den Strompreis beim Abnehmer. Die Übertragung der Wasserkraftarbeit bildet den Hauptzweck dieser Fernleitungen und doch, obgleich dieselben vom technischen Standpunkt aus allen Voraussetzungen einer planmäßigen Energieverteilung entsprechen, läßt die Wirtschaftlichkeit der Ausnutzung der bestehenden Kraftwerke viel zu wünschen übrig. Gegenüber ihrer Erzeugungsfähigkeit, die im Jahre 1933 $11\,085 \cdot 10^6$ kWh betrug, wurden nur $6550 \cdot 10^6$ kWh erzeugt und abgegeben. In einer planmäßigen, höheren Organisation der Energieverteilung und in einer Herabsetzung und Vereinheitlichung der Übertragungstarife sieht der Verfasser nach dem englischen Vorbild den Weg zur Erzielung der höchsten Wirtschaftlichkeit der Elektrizitätsverteilung und Erzeugung. [E. Melot, Rev. gén. Électr. 37 (1935) S. 635, 829.] —*ak.*

621. 311. 1. 003 : 340. 1 (44) **Die Elektrizitätswirtschaft und die neuen gesetzlichen Verordnungen in Frankreich.** — Geichzeitig mit dem Gesetz über die Ermäßigung von Strompreisen[2]) hat die Regierung ein Gesetz über die Lohnermäßigung in öffentlichen Unternehmungen sowie ein Gesetz über die Verwendung der dadurch erzielten Ersparnisse veröffentlicht. Die Elektrizitätsgesellschaften sind durch das erste Gesetz fühlbar betroffen. Jedoch ist eine Klage der Gesellschaften beim obersten Appellationsgericht nicht zu erwarten, da sie in den heutigen Verhältnissen keine Aussicht auf Erfolg hätte. Diese Gesetze sind nämlich auf Grund der sehr weitgehenden Vollmacht, die die Regierung vom Parlament zur Verteidigung der Währung und zum Kampf gegen die Spekulation erhalten hatte, herausgegeben worden. Wenn auch die Lohnermäßigung, die 10 % beträgt, sowie einige Bestimmungen des Gesetzes über die Strompreise den Elektrizitätsgesellschaften in der Zukunft günstig sein können, sind zahlreiche Schwierigkeiten in der Durchführung verschiedener Maßnahmen zu erwarten. Die durch die Lohnermäßigung erreichten Ersparnisse sollen zur Verminderung der staatlichen Subventionen, zur Verbesserung der finanziellen Lage der Unternehmungen, zur technischen Verbesserung der Anlagen und gegebenenfalls zur weiteren Strompreisermäßigung verwendet werden. Für die Gesellschaften, die sich nur mit dem Stromverkauf beschäftigen, sind die Maßnahmen der Regierung im allgemeinen günstiger, da sie vom Erzeuger und bzw. vom Transportunternehmer eine entsprechende Preisermäßi-

[1]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 463.

[2]) ETZ 56 (1935) H. 43, S. 1183.



gung verlangen, und wenn notwendig, dazu eine Einschreitung des Ministeriums für öffentliche Arbeiten ersuchen können. Im äußersten Fall können sie den Erkauf ihrer Konzessionen verlangen. Die Durchführung der Gesetze wird erst zeigen können, ob sie zu einer besseren Organisation der Elektrizitätswirtschaft führen werden. [A. Mestre, Électricité (Science et Industrie) Bd. 19 (1935) S. 375.] *—ak.*

621. 34 : 631. 51 (931) **Versuche mit elektrischem Pflügen in Neuseeland.** Der Mangel an eigenen Brennstoffen und das Vorhandensein billigen Wasserstromes haben dazu geführt, die Versuche mit elektrischem Pflügen, die um die Jahrhundertwende auch in Deutschland mehrfach angestellt wurden, jetzt in Neuseeland wieder aufzunehmen. Es wurde dazu ein besonderer, elektrisch angetriebener Schlepper entworfen, der über einen Trafowagen an die 6600 V-Leitung angeschlossen wird. Er führt ein 460 m langes Drehstromkabel mit sich, das auf einer in zwei Richtungen schwenkbaren Trommel aufgewickelt wird. Dadurch kann einer Schleifenbildung im Kabel beim Auslegen vorgebeugt werden. Die früher üblichen Bauarten mit fest gelagerter Trommel erlauben es dem Schlepper nur, vorwärts und rückwärts zu fahren, wodurch seine Verwendung — auch zu anderen Arbeiten — sehr erschwert wird. Der Zug des Kabels wird dazu benutzt, einen Hilfsmotor zu steuern, der mit einer Bremse verbunden ist und das Kabel beim Ablaufen genügend stramm hält. Es läuft über einen Kranbalken, der die Trommel immer in passende Richtung schwenkt und das Kabel über etwa an den Schlepper angehängte Hilfsgeräte wegführt. Mechanische Vorrichtungen zum gleichmäßigen Aufwickeln des Kabels auf die Trommel sind gleichfalls vorgesehen. Der Hauptantriebsmotor leistet 25 PS bei 960 U/min, er hat geschlossenes Gehäuse mit einer Lufteintrittsöffnung etwa 2 m über Boden. Es hat sich gezeigt, daß die Leistungsfähigkeit eines solchen Motors der der üblichen Verbrennungsmotoren von 36 bis 40 PS entspricht und daß er kurzzeitig weit stärker überlastbar ist als diese. Der Schlepper kann sich von jedem Anschlußpunkte aus 460 m weit entfernen, dann müssen Trafowagen und Kabelende nach dem nächstgelegenen Anschlußpunkte umgelegt werden. Das ist indessen nur alle paar Tage nötig. Für eine Fläche von etwa 30 bis 40 Morgen ist ein Anschlußpunkt vorgesehen. Liegt dieser in der Mitte des Arbeitsfeldes, so kann der Schlepper die doppelte Fläche bestreichen. Es wurden zwei Farmen von je 600 bis 700 Morgen damit elektrisch gepflügt und bearbeitet. Im Durchschnitt von 596 Stunden kostete die Arbeitsstunde 1,54 RM[1]), wobei der Preis der kWh 8,33 Rpf.[1]) betrug. Der gewöhnliche Schlepper mit Verbrennungsmotor verursacht im Durchschnitt stündliche Kosten von 3,50 RM[1]) für Brennstoff und Schmieröl bei gleichartiger Arbeit. 360 kWh entsprechen an Arbeitsvermögen genau einem Fasse Treibstoff von 205 l zuzüglich des erforderlichen Schmieröls. Dem Verbrennungsmotor-Schlepper ist somit der elektrische weit überlegen, zumal er auch geringere Abschreibungen erfordert. Dagegen ist der Dieselschlepper ein ernsthafter Wettbewerber, doch ist ihm der elektrische bei dem genannten Strompreise ebenbürtig. Dieselöl kostet in Neuseeland 0,50 RM[1]) je 4,5 l. [H. G. Kemp, New Zealand Electr. J. Bd. 8 (1935) S. 15.] *Ha.*

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Elektrischer Schnellnachrichtenverkehr in Deutschland. — Der jetzt vorliegende Geschäftsbericht der Deutschen Reichspost für das am 31. 3. 35 endende Geschäftsjahr gibt in seinem statistischen Teil interessante Aufschlüsse über die Entwicklung des elektrischen Schnellnachrichtenverkehrs. Danach ist im Zusammenhang mit dem wirtschaftlichen Aufschwung Deutschlands zum erstenmal seit 1931 die Zahl der Fernsprechstellen im Vergleich zum Vorjahr gewachsen (Zahlentafel 1). Die Zunahme erstreckt sich ziemlich gleichmäßig auf die Haupt- und Nebenanschlüsse; auch die Zahl der öffentlichen Sprechstellen ist vermehrt worden[2]). Bezogen auf 100 Einwohner ergibt sich für Anfang 1935 eine Sprechstellendichte von 4,7, so daß der bisherige Höchststand des Jahres 1931 von 5,04 noch nicht erreicht ist. Die Zunahme der Fernsprechstellen wurde begleitet von einer Zunahme der Benutzung des Fernsprechers, wobei Orts- und Ferngespräche gleichermaßen an der günstigen Entwicklung beteiligt sind (Zahlentafel 2). Im Telegraphenverkehr ist dagegen ein erneuter Rückgang zu verzeichnen, der begreiflicherweise sich besonders im Auslandsverkehr geltend gemacht hat. — Die auch während der Krisenjahre fortgesetzte Umstellung der Hauptanschlüsse auf Selbstanschluß brachte während des vergangenen Jahres eine erneute Steigerung des Anteils der Hauptanschlüsse mit Wählbetrieb, der nunmehr 82,6 % beträgt. Damit erlangt Deutschland hinsichtlich des Selbstanschlußbetriebs in Europa die Führung.

Zahlentafel 1. Fernsprechstellen[1]) und Leitungsnetz.

	Stand Ende März		
	1933	1934	1935
Fernsprechstellen (in 1000)	2 960	2 954	3 134
davon: Hauptanschlüsse	1 740	1 727	1 829
Nebenanschlüsse	1 137	1 142	1 221
öffentl. Sprechstellen	83	84	84
Auf 100 Einwohner entfallen Sprechstellen	4,5	4,5	4,7
Selbstanschlüsse in % aller Hauptanschlüsse	78,4	78,1	82,6
Fernsprechleitungen (1000 km)	24 184	24 800	25 403
Telegraphenleitungen und Telegraphierstromkreise[2]) (1000 km)	375	371	402
davon: Telegraphenleitungen	136	134	123
Telegraphierstromkreise[3])	239	237	279

1) s. a. ETZ 56 (1935) H. 43, S. 1186.
2) auf Fernsprechleitungen.
3) Wechselstrom- und Unterlagerungs-Telegraphenverbindungen.

Zahlentafel 2. Sprechverkehr und Telegrammverkehr.

	1932	1933	1934
Vermittelte Gespräche (in Mill)	2166	2179	2291
davon: Ortsgespräche	1935	1943	2041
Ferngespräche	182	188	199
Schnellgespräche	49	48	51
Auf 100 Einwohner entfallen Gespräche	3316	3342	3439
Beförderte Telegramme[1]) (in Mill)	24,4	23,6	21,8
davon: innerhalb des Deutschen Reiches	14,1	14,2	13,8
Auf 100 Einwohner entfallen Telegramme[2])	26,0	25,5	23,7

1) Draht- und Funkverkehr.
2) Aufgegebene Inlands- und Auslandstelegramme.

6,8 Millionen Rundfunkhörer in Deutschland. — Nach den üblichen Abmeldungen während der Sommermonate und einer gewissen Verzögerung im September hat die Zahl der Funkhörer im Oktober wiederum einen starken Zuwachs erfahren. Mit 6,8 Millionen Rundfunkteilnehmern (Zahlentafel 1) wird der bisherige Höchststand vom Mai des Jahres überschritten. Damit entfallen auf 1000 Einwohner 103,3 Rundfunkteilnehmer, oder: von 100 Haushaltungen besitzen 38 Haushaltungen ein Rundfunkgerät.

Zahlentafel 1. Rundfunkteilnehmer in Deutschland.

Stichtag	Teilnehmer	
	insgesamt	auf 1000 Einwohner
1. Januar 1932	3 980 852	61,0
1. Januar 1934	5 051 607	77,7
1. Januar 1935	6 142 921	93,0
1. Mai 1935	6 734 745	102,1
1. August 1935	6 516 732	98,7
1. November 1935	6 816 509	103,3

Elektroerzeugung und Elektrizitätsanwendung in Japan. — Ausgehend von der wirtschaftlichen Zufuhrsperre während des Weltkrieges, dem Ausfall anderer Wettbewerbsländer am Weltmarkt und der rasch steigenden Elektrisierung des Landes in den Nachkriegsjahren hat die japanische Elektroindustrie einen ständig wachsenden Teil der elektrotechnischen Bedarfsdeckung des Landes übernommen. So stieg die Erzeugung der japanischen Elektroindustrie von 81 Mill RM im Jahre 1914 auf 300 Mill RM 1918, um 1929 mit 558 Mill RM erneut eine Verdoppelung zu erfahren. Nach

1) Umgerechnet aus den Kosten in engl. Pfund zur Goldparität 1 £ = 20,50 RM.
2) Die geringfügige Zunahme kommt in Zahlentafel 1 nicht zum Ausdruck.

Überwindung der seitdem aufgetretenen Kriseneinwirkungen (Tiefstand Frühjahr 1931) hat sich diese Entwicklung, gestützt durch die allgemeine Aufwärtsbewegung der japanischen Wirtschaft, 1933 wiederum fortgesetzt. Die Erzeugung dieses Jahres (Zahlentafel 1) liegt nur knapp unter dem 1929 erzielten Wert (558 Mill RM), der — nach vorliegenden Teilergebnissen — 1934 bereits überschritten wurde. Da in der japanischen Wirtschaftsbelebung die Investitionsgüter führen, entfällt die Produktionssteigerung fast ausschließlich auf Maschinen und Apparate sowie Kabel und Drähte. Die Glühlampenherstellung, die bekanntlich weniger krisenempfindlich ist, hatte noch während der Krise zugenommen, um sich nun ebenfalls wieder langsam zu vergrößern. — 1932 waren in 607 Betrieben 34 775 Personen (davon 28 543 Arbeiter) beschäftigt gegenüber 31 032 im Vorjahr und 37 884 im Jahre 1928. Zahlentafel 2 gibt einen Überblick über den Fortschritt während der letzten Jahre auf dem Gebiet der Beleuchtung und des elektromotorischen Antriebs in Industrie und Gewerbe.

Zahlentafel 1. Erzeugung der japanischen Elektroindustrie.

Warengruppen	Erzeugungswert in 1000 RM[1])			
	1930	1931	1932	1933[2])
Elektrische Maschinen und Apparate	263 361	200 771	205 770	276 927
davon:				
Dynamos, Elektromotoren, Transformatoren, Umformer, Ventilatoren	79 425	63 702	60 304	—
Elektr. Lokomotiven u. Triebwagen	11 070	9 640	4 755	—
Akkumulatoren und Batterien	34 022	20 726	23 184	—
Elektrische Zähler und Uhren	8 263	8 265	11 361	—
Funkgerät jeder Art	15 670	26 197	31 151	—
Telephon- und Telegraphenapparate	22 454	18 657	18 968	—
Andere elektrische Apparate	92 457	53 584	56 047	—
Elektrische Beleuchtungsgegenstände	57 228	61 425	53 082	57 930
davon:				
Glaskolben f. Glühlampen	37 452	49 318	42 003	—
Drähte und Kabel, Verteilungsmaterialien	181 732	140 593	132 886	197 106
davon:				
Isolierte Drähte	66 888	58 522	70 997	—
Kabel	44 498	28 494	27 476	—
And. Leitungsmaterial	70 346	53 577	34 413	—
Elektrotechn. Erzeugung insgesamt	502 321	402 789	391 738	531 963

[1]) Umrechnungskurs seit der Währungsentwertung unter Berücksichtigung der veränderten Binnenkaufkraft.

[2]) Aufgliederung für die einzelnen Warengruppen liegt noch nicht vor.

Zahlentafel 2. Beleuchtung und elektromotorische Leistung in Japan.

Anwendungsgebiet	1929	1932	1933
Beleuchtung (in 1000)			
Anschlüsse	11 171	11 530	11 383
Glühlampen	35 698	38 048	38 383
Elektrische Kraft (in 1000)			
Betriebe (Industrie und Gewerbe)	502	820	1 117
Install. Leistung (kW)	2 270	2 787	2 969

GESCHÄFTLICHE NACHRICHTEN.

382 (82) : 621. 3 **Argentinien als Absatzmarkt für die Elektroindustrie.** — In einem in Electr. Rev. Lond. vom 14. 7. 1935 wiedergegebenen Bericht, den der britische Handelsrat in Buenos Aires an das Department of Overseas Trade erstattet hat, werden die Aussichten behandelt, die Argentinien als Absatzgebiet für die Erzeugnisse der Elektroindustrie bietet. Mit Rücksicht auf die steigende Bedeutung, die in den letzten Jahren die südamerikanischen Märkte und unter diesen besonders Argentinien für die deutsche Elektroausfuhr erlangt haben, dürfte dieser Bericht von Interesse sein.

Es wird einleitend auf die mit dem Jahre 1934 einsetzende Wirtschaftsbelebung Argentiniens hingewiesen, die sich besonders in einer schnellen Entfaltung der einheimischen Fabrikation äußert. Diese ist auf elektrotechnischem Gebiet für Kabel, Rundfunkgerät, Kochapparate und Kühlhauseinrichtungen festzustellen. Unter dem Schutz erhöhter Einfuhrzölle und der die Einfuhr behindernden Devisenschwierigkeiten sind viele der bestehenden Fabriken, besonders auf dem Gebiete der Textilindustrie, bedeutend vergrößert und verschiedene neue Fabriken errichtet worden. Diese Investitionen waren von einem Ansteigen der Nachfrage nach elektrischen Ausrüstungsgegenständen begleitet. Im ersten Halbjahr 1934 war gegenüber dem gleichen Zeitraum des Vorjahres eine bedeutende Zunahme in der Einfuhr von Kabeln und Leitungen zu verzeichnen. Obwohl die englischen Fabrikanten noch einen bedeutenden Anteil an der argentinischen Kabeleinfuhr behaupten, wird der Wettbewerb seitens der beiden einheimischen Fabriken immer stärker. Papierisolierte Kabel werden jetzt im eigenen Lande, allerdings in geringerer Güte als die eingeführten gleichen Kabelsorten hergestellt. Alle großen Abschlüsse für Stark- und Schwachstromkabel fielen an Deutschland, Holland oder Skandinavien, deren Preise für die gleichen Sorten beständig um mehr als 20 % unter den britischen Angeboten lagen. Elektrische Bügeleisen, Wasserkocher, Brotröster, Schalter, Glühlampensockel usw. werden hauptsächlich aus Deutschland, den V. S. Amerika und Italien eingeführt, nur geringe Mengen kommen aus England. Es gibt aber auch eine bedeutende einheimische Fabrikation an elektrotechnischen Massenerzeugnissen, insbesondere an Wärme- und kleinen Kochgeräten. Die Einfuhr von Glühlampen aus Großbritannien nimmt allmählich zu. Einen ernsten Wettbewerb bereiteten im Jahre 1933 der englischen Lampe die japanischen Fabrikanten, die durch eine um 50 % niedrigere Preisstellung die Hälfte des gesamten Geschäftes an sich brachten. Infolge der Devisenschwierigkeiten, der ausgedehnten Werbung für die britische Lampenmarke „ELMA" und der schlechten Beschaffenheit der japanischen Erzeugnisse ging aber der japanische Umsatz im ersten Halbjahr 1934 auf ein Viertel des Umsatzes der gleichen Zeit des Vorjahres zurück. Obwohl die V. S. Amerika und Dänemark das Einfuhrgeschäft in Trockenbatterien bisher behaupteten, ist es jetzt einer britischen Gesellschaft gelungen, mit einer neuen Type sich durchzusetzen. Der Wettbewerb der einheimischen Batterieherstellung ist durch die geringe Güte dieser Erzeugnisse abgeschwächt. In der Zeit der Wirtschaftsdepression hat der Rundfunk sich schnell ausgebreitet, der Handel mit Rundfunkgeräten hat kürzlich durch die allgemeine Umgestaltung des örtlichen Sendeprogramms in Verbindung mit verbesserter Sendetechnik eine starke Belebung erfahren. Für Batterie- wie für Netzanschlußgeräte war das Geschäft während 1933/34 lebhaft. Besonderes Interesse wurde für 5- und 7-Röhren-Batteriegeräte in Gegenden gezeigt, die noch keinen elektrischen Anschluß besitzen. Die Mehrzahl der eingeführten Geräte, die in der Zeit von Januar bis Juni 1934 83 000 kg gegen 63 300 kg in der gleichen Zeit des Vorjahres ergaben, stammten aus den V. S. Amerika, Deutschland und Holland. Der Hauptbedarf wird jedoch von einheimischen Fabrikanten gedeckt, die die Geräte aus eingeführten und zum Teil selbst hergestellten Einzelteilen zusammenbauen. Die Radioröhreneinfuhr stieg auf 852 000 Stück im ersten Halbjahr 1934 gegen 710 000 Stück in der Vergleichszeit des Vorjahres und kam hauptsächlich ebenfalls aus den V. S. Amerika, Deutschland und Holland. Radioeinzelteile wurden ebenfalls stärker eingeführt. Mehr Aufmerksamkeit soll nach dem Bericht der Verpackung zugewandt werden, um das Gewicht und damit den Einfuhrzoll zu vermindern. Kürzlich haben die Japaner Rundfunkzubehörteile zu unglaublich niedrigen Preisen, aber in sehr schlechter Beschaffenheit angeboten. In Anbetracht der Besserung der allgemeinen Wirtschaftslage Argentiniens und der Tatsache, daß die weitere Industrialisierung unvermeidlich ist, sind die Aussichten auf diesem Markt vom elektrotechnischen Standpunkt vielversprechend. Das große und umfassende Programm öffentlicher Arbeiten, dessen Abwicklung sich beginnend mit 1934 über 6 Jahre erstrecken wird, berechtigt weiterhin dazu, einen lebhaften Bedarf an elektrotechnischen Einrichtungsgegenständen vorauszusagen. *wt.*

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.
(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Gesellschaftsabend

des Elektrotechnischen Vereins e. V. am Freitag, dem 17. 1. 1936.

Der Elektrotechnische Verein veranstaltet am Freitag, dem 17. 1. 1936, im Marmorsaal (mit Bankettsaal, Wintergarten und Roter Veranda) des Zoologischen Gartens einen „Gesellschaftsabend", zu dem die Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins mit ihren Angehörigen und eingeführten Gästen bereits jetzt freundlichst eingeladen werden. Genauere Mitteilungen folgen demnächst.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die in der Woche vom 5. Dezember 1935 bis 11. Dezember 1935 stattfindenden Vortragsabende sind bereits in der ETZ Heft 47 vom 21. November 1935 angekündigt.

Über die weiteren Zusammenkünfte ergeht Mitteilung in der ETZ Heft 50 vom 12. Dezember 1935.

Einladung

Fachgruppe: Leitungen und Leitungsnetze.

Fachgruppenleiter: Herr Obering. Calliess VDE.

Fachversammlung

am Dienstag, dem 10. Dezember 1935, 20 Uhr, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Hörsaal EB 301.

1. Kurzvortrag

des Herrn Regierungsbaumeister a. D. Nefzger VDE über das Thema:

„Fortschritte im Klemmaterial für Aluminium-Freileitungen".

Inhalt: Hängeklemmen, Abspannklemmen, Stromklemmen, Belastungsgewichte und Tropfschutzhülsen.

2. Vortrag

des Herrn Obering. Calliess VDE über das Thema:

„Einiges aus neuzeitlichem Hochspannungs-Leitungsbau".

Inhalt: Neuere Erkenntnisse und ihre Anwendung bei Planung und Gestaltung von Leitungen. Gesichtspunkte für Linienführung. Baudurchführung mit Beispielen ausgeführter Leitungen.

Eintritt und Garderobe frei!

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff.

Stiftung des Elektrotechnischen Vereins e. V.

zur Förderung wissenschaftlicher Arbeiten der deutschen Elektrotechnik.

In der ordentlichen Vereinsversammlung des Elektrotechnischen Vereins e. V. vom 26. 2. 1935 (vgl. ETZ 1935 Seite 357 ff.) war bereits die „Stiftung des Elektrotechnischen Vereins e. V. zur Förderung wissenschaftlicher Arbeiten der deutschen Elektrotechnik" angekündigt worden. Nachdem die gesetzlichen Vorschriften erfüllt worden sind, hat die Stiftung Rechtsfähigkeit erlangt. Der Zweck der Stiftung ist, die Fortsetzung der wissenschaftlichen Förderungsarbeit des Elektrotechnischen Vereins zu ermöglichen. Sie soll insbesondere über den Rahmen der allgemeinen wissenschaftlichen Betätigung des VDE hinaus der Förderung besonderer wissenschaftlicher Arbeiten dienen. Die Mittel der Stiftung sollen vornehmlich für sachliche Aufwendungen bei Forschungsarbeiten, für Stipendien an jüngere Fachgenossen, für die Förderung wissenschaftlicher literarischer Arbeiten und zur Ausschreibung von Preisaufgaben Verwendung finden.

Das Kuratorium.
I. A.: Giebe, Schriftführer.

Nachtrag zum Bericht[1])

über die ordentliche Sitzung am 29. 1. 1935.

Auszug aus dem Vortrag

des Herrn Dr.-Ing. W. Reiche über das Thema:

„Neuere Gesichtspunkte in der Hochspannungs-Prüftechnik"

und

Besprechung des Vortrages.

Vorsitz: Herr Professor Matthias.

Der Vortragende führt folgendes aus:

Das Anwachsen der Betriebsspannungen, die erhebliche Steigerung des elektrischen Sicherheitsgrades und die vertiefte Kenntnis der Überspannungen auf Freileitungen haben die Hochspannungs-Prüftechnik vor stets neue Aufgaben gestellt. Verhältnismäßig am einfachsten war der Bau von Prüftransformatoren für immer höhere Spannungen. Die Möglichkeit der Kaskadenschaltung erlaubte die Erzeugung sehr hoher Prüfspannungen schon zu einer Zeit, als noch kaum ein Bedürfnis dafür vorhanden war. Inzwischen hat man gelernt, auch in einer einzigen Einheit hohe Spannungen betriebssicher zu erzeugen, so daß die Kaskadenschaltung auf zwei oder höchstens drei Einzelglieder beschränkt werden kann. Andere Prüfverfahren kamen mittlerweile hinzu, so insbesondere die Stoßprüfung mit hochgespanntem Gleichstrom. Bemerkenswert ist aber, daß allen Prüfeinrichtungen und Prüfverfahren eines gemeinsam ist: Das Anwachsen der Prüfleistung. Die Prüftransformatoren werden durch Steigerung der Nennleistung und gleichzeitige Verkleinerung der Kurzschlußspannung für große Prüfleistungen eingerichtet. Geschickte Umschaltmöglichkeiten innerhalb der Prüfanlage und die Bevorzugung der gedrängteren ölgefüllten Bauart gegenüber der geräumigen Ausführung mit Luftisolation erleichtern das Herabsetzen der Kurzschlußspannung. Zugleich werden die Leistungen der zugehörigen Regeleinrichtungen entsprechend verstärkt. Schließlich werden in Sonderfällen Prüfungen mit Hochleistungstransformatoren vorgenommen, so daß Überschlag-Lichtbogen von gewaltigen Wärmewirkungen auftreten. In entsprechender Weise werden auch die Prüfleistungen der Stoßprüfanlagen verstärkt, wobei durch Erhöhen der Stoßkapazität und Verringern von Selbstinduktion und Dämpfung der Stoßstrom verstärkt wird.

Dieses Streben im Bau von Prüfeinrichtungen ist nicht nur erforderlich zur Wiedergabe oder gar zum Übertreffen der betriebsmäßigen Beanspruchungen; wichtig ist auch, daß der Verlauf der Prüfung meßtechnisch verfolgt und jederzeit wiederholt werden kann. Keinesfalls dürfen zusätzliche Entladungen, wie Stielbüschel, oder der Übergang von kleinen zu größeren Prüfstücken oder sonstige Veränderungen im äußeren Prüfkreis eine solche Rückwirkung auf Höhe und zeitlichen Ablauf der Prüfspannung ausüben, daß dadurch die begleitende Messung erschwert oder gar verfälscht wird. Auch unter diesem Gesichtspunkt erweisen sich große Prüfleistungen als besonders unempfindlich gegen Störungen.

Entsprechend der gestiegenen Sorgfalt bei der Durchführung von Hochspannungsprüfungen kommt der Messung eine wesentliche Bedeutung zu. Noch immer bewahrt die Kugelfunkenstrecke ihre Stellung als einfaches und zuverlässiges Gerät zur Ermittlung der Scheitelspannung. Zu den bekannten Vorsichtsmaßnahmen treten bei ihrer Verwendung zur Messung von Stoßspannungen noch die Rücksicht auf den Entladeverzug und auf die Polarität. Bequem in der Anwendung ist bei der Messung von Spannungen technischer Frequenz die Scheitelwert-Meßeinrichtung, die den Ladestrom eines Kondensators (etwa der Meßfunkenstrecke) gleichrichtet und einem Drehspul-Meßgerät zuführt. An diesem kann jede Spannungsänderung fortgesetzt verfolgt werden. Die Effektivwerte hoher Wechselspannungen lassen sich über Spannungswandler oder durch mehrere Bauformen von Elektrometern ermitteln. Oszillographen zur Überwachung der Spannungs-

[1]) ETZ 56 (1935) H. 11, S. 328.



form sind nur zu gelegentlichen Nachprüfungen erforderlich. Man kann sie auch bei der Stoßprüfung entbehren, weil sich die Wellenform in richtig gebauten Stoßprüfanlagen genau genug aus den Konstanten des Stoßkreises berechnen läßt.

Besonders wichtig ist die meßtechnische Untersuchung des Prüfstückes selbst, in erster Linie die laufende Messung des dielektrischen Verlustwinkels. Hierzu dienen die von Schering angegebene Wechselstrom-Meßbrücke und neuerdings die mit Schwinggleichrichtern arbeitende Verluststrom-Meßeinrichtung. Diese schon weit verbreiteten Verfahren können gar nicht oft genug angewandt werden. Sie geben einen anders nicht erreichbaren Einblick in die Eigenschaften der Isolierstoffe, in den Trocknungs- und Tränkungsprozeß sowie in den Alterungsvorgang der Isolation von Kabeln, Maschinen und Transformatoren, schließlich einen wertvollen Aufschluß über den Einfluß der Spannungsproben und über die zweckmäßige Formgebung von Isolatoren. Das einschlägige Schrifttum enthält zahllose Beispiele für die Zweckmäßigkeit der Verlustmessung. Ein neues Beispiel bringt die Entwicklung des Querloch-Stromwandlers. Beim älteren Baumuster der Serie IV ist der Anstieg des Verluststromes infolge frühzeitig auftretender Glimm- und Gleitentladungen stärker als linear. Schon bei der Prüfspannung (50 kV) ist ein hoher Wert erreicht. Ganz anders der Verlauf bei dem entsprechenden neuen Muster, das mit Schirmwulsten ausgerüstet und für die Ansprüche der Reihe 20 ausgebildet ist. Der Anstieg ist nahezu linear, bei der erhöhten Prüfspannung (64 kV) liegt der Wert noch verhältnismäßig niedrig, der stärkere Anstieg beginnt erst oberhalb der Prüfspannung und zeigt an, daß erst jetzt Gleitentladungen auftreten, die schließlich zum Überschlag (bei etwa 75 bis 78 kV) führen. Die Messung des Verluststromes hat die Eignung der gewählten Isolatorform für die vorliegenden Bedingungen erwiesen.

In neuerer Zeit wächst das Bestreben, mehrere Prüfarten gleichzeitig anzuwenden oder gar verschiedenartige Prüfstücke gleichzeitig zu prüfen. Darin äußert sich der Wunsch, bereits im Prüffeld diejenige Form der Beanspruchung zu schaffen, die im praktischen Betriebe aufzutreten pflegt. Beispielsweise werden Transformatoren, die mit ihrer Nennspannung erregt sind, zugleich noch mit Spannungsstößen und gar mit überlagerten hochfrequenten Schwingungen geprüft, ganz so wie es in Freileitungsnetzen bei Blitzeinschlägen der Fall ist. Zur weiteren Angleichung an die Praxis können diese Versuche ins Freie verlegt und hier unter allen natürlichen Witterungsbedingungen durchgeführt werden. Oder aber, es werden alle in einer Schaltanlage zusammengehörigen Geräte gleichzeitig geprüft, um Aufschlüsse zu gewinnen über den elektrischen Sicherheitsgrad der Gesamtanlage. So werden beispielsweise Durchführung, Trennschalter, Spannungswandler, Stromwandler, Transformator gemeinsam stoßgeprüft und womöglich noch vom Transformator her betriebsmäßig unter Spannung gesetzt. Schließlich können einzelne Anlageteile noch zusätzlich aus besonderen isoliert aufgestellten Generatoren oder Stromtransformatoren mit ihren Nennströmen beschickt und vor Ausführung der Spannungsprüfung auf die betriebsmäßige Endtemperatur gebracht werden. Dieses Prüfverfahren hat insbesondere in der Kabeltechnik Eingang gefunden.

An die beifällig aufgenommenen Ausführungen schließt sich nachstehende Aussprache an:

Herr **Keinath:** Herr Dr. Reiche hat schon auf die große Bedeutung der Verlustwinkelmessung hingewiesen. Ich kann das durchaus unterstreichen. Er hat auch mitgeteilt, wie man bei der Stoßprüfung beschädigte Isolatoren durch die Verlustwinkelmessung nachträglich erkennen kann. Das ist sehr wichtig, denn bei der Stoßprüfung weiß man nicht recht, ob der betreffende Gegenstand angeknabbert worden ist. Das gilt aber im gleichen Maße auch für die 50 Hz-Prüfung. Da geschieht es häufig, daß man Angst hat, einen Apparat zum zweiten oder dritten Mal zu prüfen, weil er bei der vorhergehenden Prüfung beschädigt sein könnte. Da ist die Verlustwinkelmessung, wenn sie betriebsmäßig ausgeführt wird, außerordentlich wertvoll. Ich brauche nur auf das bekannte Bild hinzuweisen (Abb. 1). Das idealste wäre, wenn der Verlustfaktor tg δ bis zur Prüfspannung konstant wäre. Das werden wir aber nicht erreichen; wir werden immer einen Anstieg haben. Der typische Verlauf ist aus Abb. 1 zu ersehen. Wenn die Betriebsspannung durch a dargestellt ist, dann bietet diese Konstanz oder das geringe Anwachsen des Verlustfaktors bis zur Prüfspannung die Gewähr, daß sich das Gerät sicher bewähren wird, sofern sich das Dielektrikum nicht später verschlechtert, z. B. Feuchtigkeit aufnimmt. Bei der Prüfspannung b sagt uns dieses Verfahren, ob nicht bei der Prüfung schon etwas verdorben ist. Die Größe des Verlustfaktors im Gebiet der Konstanz ist ohne besondere Bedeutung. Im allgemeinen haben wir bei Porzellan 2 % und beim Öltransformator etwa 1 %. Wenn der Verlustfaktor bei b größer als 10 % oder gar nicht mehr meßbar ist, dann ist es wahrscheinlich, daß in der einen Minute der Prüfung der Transformator schon angeknabbert wurde und eine Zerstörung stattfindet. Man sollte den Verluststrom oder den Verlustfaktor bei der Prüfung von wertvollen Apparaten immer aufzeichnen. Diese Diagramme sind im Gegensatz zur Schering-Brücke unter Verwendung der im ATM beschriebenen Verfahren[1]), „Verlustfaktormessung an Hochspannungs-Apparaten", mit Schwinggleichrichter und Koordinatenschreiber selbsttätig aufzeichenbar, so daß man während der Prüfzeit sofort den Verlustfaktor angezeigt oder aufgezeichnet bekommt, zunächst allerdings nur den Verluststrom. Aber in einigen Wochen oder Monaten wird man auch den Verlustfaktor unmittelbar aufzeichnen können, wenn man darauf besonderen Wert legt.

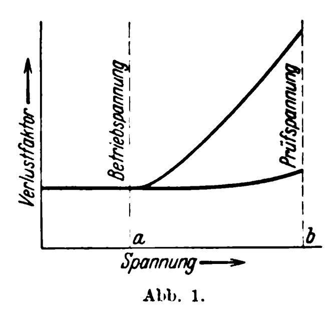


Abb. 1.

Ich möchte dann gern wissen, wie Herr Dr. Reiche den Verluststrom bei dem Querlochwandler aufgenommen hat. Das Bild Nr. 790 kommt mir doch etwas verdächtig vor. Die Kurve des Verluststroms verlief zunächst linear ansteigend, dann konstant und dann erst wieder schnell zunehmend. Das würde bedeuten, daß der Verlustfaktor zeitweise abnimmt, denn bei konstantem Verlustfaktor steigt der Verluststrom linear mit der Spannung. Für den tg δ würde sich eine Kurve geben, wie sie in Abb. 2 dargestellt ist. Bei der Nachprüfung von Apparaten, die mit Stoß geprüft wurden, halte ich die Messung des Verlustfaktors nicht für das richtige und ausschlaggebende; denn die Verlustmessung ist immer eine Volumenmessung. Ich kann Nadelstiche an großen Isolatoren von vielen cm² Fläche damit nicht herausfinden. Der einzelne Nadelstich muß mit der üblichen Minutenprüfung ausgebrannt werden. Ich bin deshalb im Zweifel, ob es richtig ist, stoßbeschädigte Prüflinge mit der Verlustfaktormessung zu prüfen. Ich glaube, daß man auf diese Weise nur grobe Beschädigungen feststellen kann. (Beifall.)

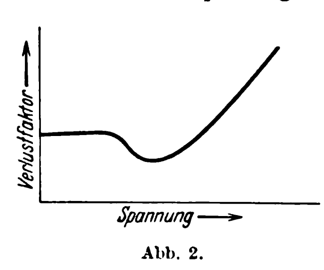


Abb. 2.

Herr **Hüter:** Wie der Aufbau von Prüftransformatoren erfolgen kann, ob man Einzeltransformatoren oder Kaskaden, ob man einen oder mehrere Lufttransformatoren oder ölgefüllte Transformatoren nimmt, muß man sich von Fall zu Fall überlegen. Ich selbst war vor einigen Jahren in der Lage, eine solche Anlage für 1 Mill V zu bauen, auch mit Rücksicht auf den zugehörigen Raum und die Gesamtbaukosten. Der Lufttransformator hat den großen Vorzug, daß der oberste Punkt geerdet ist bzw. nicht auf der Höchstspannung steht. Das ist für den Einbau der Anlage in den Raum und für dessen Höhe sehr wichtig und vorteilhaft. Die Anbringung des Krans hat bei einer solchen Lufttransformatorenkaskade keine Schwierigkeit gemacht. Außer auf die Vorzüge leichter Ausbesserungsfähigkeit der Lufttransformatoren habe ich auch in der ETZ bereits auf einen weiteren Vorteil gerade der Kaskaden hingewiesen[2]). Herr Dr. Reiche zeigte eine isoliert angetriebene Gleichstrommaschine zur Heizung von Kabeln während der Spannungsprüfung. Man kann diese Heizung auch leicht mit der vorhandenen Übertragungswicklung des Kaskaden-Prüftransformators, also mit 50 Hz-Wechstrom, vornehmen. Man mißt den Verlustfaktor des Prüflings, während der Leiter stromdurchflossen ist und dadurch auch das Dielektrium von innen heraus angeheizt wird, während dieses

1) Arch. techn. Messen (1934) V 339-11.
2) ETZ 54 (1933) S. 513.



dauernd unter der 50 Hz-Betriebshochspannung steht. Es kann dabei auch zum Wärmedurchschlag kommen. Das Anheizen des Prüflings (Kabel, Durchführung usw.) von außen bei gleichzeitiger Belastung des Dielektriums mit Betriebs- oder höherer Prüfspannung bringt ganz andere Verhältnisse, die dem praktischen Fall nicht entsprechen.

Vorsitzender: Ich möchte auch etwas zur Ehrenrettung des luftisolierten Transformators sagen, der in dem Vortrag eigentlich schlecht weggekommen ist. Seine Impedanz ist zwar tatsächlich wesentlich größer, der Kurzschlußstrom also geringer. Der damit verglichene Öltransformator gibt aber auch keine so schöne Lichtbogen, wie sie in dem Vergleichsbild gezeigt worden sind, bei dem eine Leistung von 80 000 kVA dahinter war. Wir haben uns im Hochspannungslaboratorium der Berliner Technischen Hochschule von Anfang an solche Lufttransformatoren angeschafft, und ich muß sagen, daß wir recht gute Erfahrungen mit ihnen gemacht haben. Dem Nachteil geringerer Kurzschlußleistung stehen große Betriebsvorteile gegenüber. Wenn an einem Öltransformator ein Schaden auftritt, dann kann ein Hochschullaboratorium den Transformator nicht so bald wiederherstellen lassen. Bei unserem Transformator hebt man einfach das Joch ab und zieht den betreffenden Zylinder heraus, wickelt einige Windungen ab, die beschädigt sind, und setzt das Ganze wieder zusammen. Das macht beinahe der Hochschulmechaniker. Nun kommt neuerdings noch ein ganz besonderer Vorteil hinzu. Man hat ein Verfahren erfunden, durch den Anbau einer rotierenden Stange mit einer Reihe von Gleichrichternädelchen hochgespannten Gleichstrom zu erzeugen. Durch den zusätzlichen Anbau, der nur einige tausend Reichsmark kostet, wird der Transformator zur Gleichstromquelle. Mit dem Öltransformator kann man das nicht nachträglich machen. Das Gleichstrom-Prüffeld, das gezeigt worden ist, hat wohl auch diese Einrichtung.

Sie werden sich vielleicht gewundert haben, daß unter den Bildern das Hochspannungslaboratorium der hiesigen Hochschule nicht auch erschienen ist. Das hat seinen Grund darin, daß wir seit einigen Jahren im Umzug nach Neubabelsberg begriffen sind, wo das Laboratorium auf einem Freigelände neu aufgebaut wird. Der Ausbau geht nach Maßgabe der verfügbaren Mittel allmählich vor sich. Ich hoffe aber, in einem knappen Jahr das neue Institut dem Elektrotechnischen Verein vorführen zu können. (Beifall.)

Vortragender: Ich habe zu den Ausführungen von Prof. Keinath nur wenig hinzuzufügen, da wir uns im großen und ganzen einig sind. Bei der Beurteilung des Verlustwinkels handelt es sich im wesentlichen darum, daß er während der Prüfung oder bei einer Wiederholung der Prüfung nur geringen Anstieg hat. Die Frage, ob der Verlustwinkel etwas mehr oder weniger groß ist, ist von einer geringeren Bedeutung. Was sagt uns denn eigentlich der Verlustwinkel? Er besagt im Zusammenhang mit der Größe der Kapazität und der Spannung, daß im Dielektrikum eine gewisse Wärmemenge frei wird, die wir in Watt ausdrücken können. Wir verlangen, daß Konstruktion und Betrieb eines Hochspannungsapparates so sind, daß die im Dielektrikum auftretenden Verluste ohne weiteres an die umgebende Luft abgeführt werden können. Erst dann, wenn der Verlustwinkel unter gewissen Umständen des Betriebes oder der Prüfung einen solchen Wert erreicht haben sollte, daß die Verluste nicht abgeführt werden können, so daß also durch das bloße Anliegen der Spannung ein ständiges Heißerwerden des Isolators eintritt, ist die Größe des Verlustwinkels von entscheidender Bedeutung. Es ist also eine Sache, die den Konstrukteur des Apparates angeht, dafür zu sorgen, daß die Verlustwärme im Isolator unter allen Umständen beherrscht wird.

Die von mir gezeigte Kurve möchte ich noch etwas erläutern. Wir haben hier nicht nur einen stetigen, sondern im weiteren Verlauf sogar noch stärkeren Anstieg des Verluststroms, zum Zeichen dessen, daß eine äußere Glimmentladung eintritt und außer den Verlusten auch die Kapazität des Isolators ein wenig vergrößert, wodurch der Verluststrom noch weiter anwächst. Das Fortschreiten dieses Vorganges wird zunächst gehemmt, wenn die Entladung eine auf dem Bild gezeigte Rippe erreicht hat. Dadurch erklärt sich die Unstetigkeit im Anwachsen des Verluststromes. Bei einem noch weiteren Anstieg der Spannung gleiten die Entladungen über die Rippe hinweg, so daß dann ein plötzlich starkes Anwachsen des Verluststromes einsetzt.

Zu der Frage Trockentransformator oder Öltransformator habe ich absichtlich weiter keine Stellung genommen. Ich wollte mich für heute mit der Feststellung begnügen, daß die Aufgaben der Hochspannungsprüftechnik mit Öltransformatoren genau so gut wie mit Trockentransformatoren erfüllt worden sind. Es ist das gute Recht dessen, der sich für die eine oder andere Bauweise mehr ins Zeug legt, die eine oder andere Eigenschaft mehr in den Vordergrund zu schieben. Die Zahl der verschiedenen Betrachtungsmöglichkeiten ist aber sehr groß. Sie kann im Rahmen dieses Vortrags niemals erschöpft werden. Daß man Trockentransformatoren leicht wieder instandsetzen kann und daß sie leicht zugänglich sind, ist allerdings ein Vorteil dieser Konstruktion. Anderseits weisen gutgebaute Öltransformatoren keine Schäden auf. Über ihre vergleichsweise niedrige Kurzschlußspannung wurde schon gesprochen.

Die kombinierte Prüfung von Kabeln in dem Sinne, daß das Kabel mit Strom beschickt wird, während es unter Spannung steht, läßt sich auch mit Wechselstrom ermöglichen. Man braucht dazu nur einen Hochstromtransformator, der zwischen Primär- und Sekundärwicklung hoch isoliert ist und bei dem die Spannung an den Klemmen geregelt werden kann, um den Strom nach Belieben einstellen zu können. (Beifall.)

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Gau-Veranstaltungen.

VDE, Gau Südbayern, Augsburg. 5. 12. (Do), 20 h, „Hotel Drei Mohren": „Elektrowärme in der Verarbeitungs-Industrie". Dipl.-Ing. G. Dohns.

VDE, Gau Ruhr-Lippe, Bochum. 11. 12. (Mi), 19 h 30 m, Parkhotel „Haus Rechen", Königsallee 21: Jahresversammlung und Vorführung des Films „Freude am Werk durch Elektrizität im Betriebe".

VDE, Gau Ostsachsen, Dresden. 12. 12. (Do), 19 h 45 m, Zeunerbau der T. H.: „Über die Grundlagen der Fernsehtechnik". Dr. H. Joachim.

VDE, Gau Düsseldorf. 10. 12. (Di), 20 h, „Gesellschaft Verein": „Elektroschweißung in wirtschaftlicher Hinsicht und schweißtechn. Konstruktionen". Obering. H. Bauer VDE.

VDE, Gau Niedersachsen, Hannover. 10. 12. (Di), 20 h 15 m, T. H.: „Auswirkungen der Rohstoffrage auf die Gestaltung und Herstellung elektrischer Maschinen und Geräte". Dipl.-Ing. Bobek.

VDE, Gau Mittelbaden, Karlsruhe. 5. 12. (Do), 20 h 15 m, T. H.: „Die Verwendung von Öl in Schaltanlagen und Schaltern" (m. Lichtb.). Dipl.-Ing. E. König.

VDE, Gau Nordhessen, Kassel. 10. 12. (Di), 20 h 15 m, Hörs. d. Landesmuseums, Adolf Hitler-Platz: „Preßstoff, der neue Werkstoff" (m. Lichtb.). Dir. A. Kunze.

VDE, Gau Württemberg, Stuttgart. 12. 12. (Do), 20 h, Elektrotechn. Institut: „Entwicklungslinien in der Hochspannungstechnik. Dr. W. Schäfer VDE.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.



Betr.: Verbandskennfaden für isolierte Leitungen.

In letzter Zeit ist nachstehenden Firmen die Genehmigung zur Führung des dem VDE ges. gesch. schwarz-rot einfädig bedr. Verbandskennfadens in Verbindung mit

einem Firmenkennfaden in isolierten Leitungen, welche den Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker entsprechen, erteilt worden. Die Leitungen, für die die Genehmigung zur Führung des schwarz-roten Verbandskennfadens erteilt ist, dürfen auch die geschützte Bezeichnung „Codex" neben den Typenbezeichnungen führen.

Louis Edelmann, Schlettau/Erzgeb.
Firmenkennfaden: Blau-gelb, einfädig bedr., für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen, und zwar für die Typen: Li Bs; Ger BB; Ge SLg; Ge SEg; Gea SEg fl; Gea SEg sd; Gea Sgf; Li SEg; Lin SEg.

Kerpen & Co. G. m. b. H., Stolberg/Rhld.
Firmenkennfaden: Weiß-grün, zweifädig verdrillt. Zusätzlich die Genehmigung für NGA bis 50 mm².

Schulze, Schneider & Dort, Schönow bei Bernau.
Firmenkennfaden: Schwarz-weiß-rot-weiß, einfädig bedr.
Zusätzlich die Genehmigung für NSH bis 16 mm².

Die Genehmigung zur Führung des schwarz-rot-grünen Verbandskennfadens erhielt die Firma:

Frischeisen & Co. G. m. b. H., Berlin-Siemensstadt, Nonnendamm 4.
Firmenkennfaden: Gelb-grün-gelb-schwarz, einfädig bedr. für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen, und zwar für die Typen: NFA; NPL; NPLR; NSA; NLH; NMH; NSH; letztere Type bis 16 mm².

Betr.: Zusatzteile für Volksempfänger VE 301.

Für Volksempfänger VE 301 ist in den beiden Ausführungsformen VE 301 W (Wechselstrom) und VE 301 G (Gleichstrom), sowie neuerdings in der Ausführungsform VE 301 GW (Allstrom) verschiedenen Herstellerfirmen die Genehmigung zur Führung des dem Verband Deutscher Elektrotechniker geschützten Verbandszeichens (VDE-Zeichens) erteilt worden. Durch das Verbandszeichen wird kenntlich gemacht, daß der Empfänger in der vorliegenden Ausführung den Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker genügt, die an derartige Geräte für deren Anschluß an das Netz zu stellen sind.

Seitdem der Volksempfänger VE 301 der Öffentlichkeit übergeben worden ist, hat die deutsche Industrie zahlreiche Zusatzteile für die Empfängertypen herausgebracht, die teils dazu dienen sollen, die Bedienungsweise des Empfängers zu vereinfachen, teils, die Selektivität zu erhöhen oder den Empfänger für Grammophondarbietungen oder für getrennten Lautsprecherempfang benutzbar zu machen.

Wenn auch die Prüfung dieser Zusatzteile durch das Heinrich-Hertz-Institut bzw. die VDE-Prüfstelle eine Gewähr gibt, daß dieselben den allgemeinen Sicherheitsvorschriften genügen, so ist doch nicht zu verkennen, daß durch unsachgemäße Zusammenschaltung solcher Teile mit dem ursprünglichen Empfänger die elektrische Sicherheit des Empfängers sich verschlechtern kann.

Aus den angeführten Gründen wird darauf aufmerksam gemacht, daß sich die Erteilung des VDE-Zeichens nicht auf die Beschaltung des Volksempfängers mit den Zusatzteilen bezieht. Eine solche geschieht unter eigener Verantwortung desjenigen, der die Beschaltung vornimmt.

Bln.-Charlottenburg, den 18. 11. 35.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

Heinrich Hertz-Institut für Schwingungsforschung.
Leithäuser.

IEC

8. Volltagung der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) in Scheveningen und Brüssel sowie Sitzungen einzelner Ausschüsse in Prag.

(4. Fortsetzung von S. 1292.)

Ausschuß 10. Isolieröle.

Sitzung in Scheveningen: 19. bis 21. Juni 1935.

Vorsitz: Bruckman (Holland).

Die Tagesordnung umfaßte folgende Punkte:

1. Genehmigung der Niederschrift über die Sitzung in Stockholm vom 30. 6. bis 2. 7. 1930.
2. Besprechung eines Berichtes des Unterausschusses für eine internationale Prüfmethode.
3. Verschiedenes.

Der Bericht von Stockholm wurde ohne weitere Erörterung genehmigt. Dann erstattete Herr Dr. H. Weiß-Straßburg i. Elsaß den zusammenfassenden Bericht 10 (Subcommittee) 1 über die Arbeiten des Unterausschusses. Zu diesem Punkte liegen besondere Berichte aller Mitglieder des Unterausschusses vor, mit Ausnahme des italienischen Mitgliedes. Herr Dr. Weiß kommt zu folgenden Schlüssen:

1. Über die Alterung der Isolieröle im Transformator und im Kurzversuch sind sehr brauchbare Beobachtungen gemacht worden. Dies betrifft besonders auch die Fehlerquellen bei der Ausführung des Kurzversuchs.
2. Eine internationale Methode muß, um allen Anforderungen zu genügen, sehr einfach sein.
3. Der erzeugte Schlamm ist zwar sehr störend; er stellt aber nur einen Bruchteil aller Umwandlungsprodukte dar.
4. Es ist nötig, den Standpunkt möglichst aller Interessenten zu kennen, um eine brauchbare Lösung zu finden.

Zu diesen Schlußfolgerungen findet eine eingehende Erörterung unter den Mitgliedern des Ausschusses statt. Im Laufe dieser Unterhaltung werden folgende Punkte behandelt:

a) flüchtige Produkte und ihre Wirkung auf die Bestimmung der Alterungsprodukte;
b) Einfluß des elektrischen Feldes;
c) Versuchsfehler. Diese betreffen im besonderen:
   1. ursprünglicher Zustand des zu untersuchenden Öls,
   2. Feuchtigkeit in der Luft, die zum Altern dient,
   3. Geschwindigkeit der Luft,
   4. Konzentration des Sauerstoffs,
   5. Oberfläche des Kupfers,
   6. Einfluß der Temperatur;
d) Untersuchung der Öle nach der Alterung, und zwar:
   1. Einfluß der Wartezeit nach der fertigen Alterung,
   2. nicht flüchtige Säuren und Verseifungszahl,
   3. flüchtige Säuren und Wasser,
   4. Schlammbestimmung.

In diesem Zusammenhang berichtet Herr Prof. Keinath-Deutschland über ein Verfahren zur laufenden Aufzeichnung der dielektrischen Verluste mit dem Koordinatenschreiber.

Auf Grund der obigen Aussprache wurde die Frage nach der Weiterarbeit gestellt. Es wurde dazu für nötig gehalten, die in der Niederschrift R. M. 85 vom 30. 6. bis 2. 7. 30 in Stockholm niedergelegten Punkte 1 bis 7 erneut zu erörtern.

Das Ergebnis der Aussprache war:

Als unnötig wird abgelehnt:

Punkt 1: Zeit des Erscheinens der ersten Schlammmenge.

Offen bleiben:

Punkt 2: Feste Periode oder variable Periode der Messung.



Punkt 6: Einfluß der Isoliermaterialien.
Punkt 7: Die Ausführung der Messung in verschiedenen Alterungszuständen.

Anerkannt werden:

Punkt 3: Messung der Schlammenge.
Punkt 4: Gravimetrische Messung des Schlammes.
Punkt 5: Säurezahl und Verseifungszahl.

Dem neu zu bildenden Unterausschuß wird die Aufgabe übertragen, einen kurzen Bericht aufzustellen, der folgende Angaben enthalten soll:

1. Materialsammlung.
2. Schlußfolgerungen aus den bisherigen Arbeiten, insbesondere
   a) welche Tatsachen sind als feststehend zu betrachten?
   b) was muß noch untersucht werden?
3. Vorschläge zu machen, insbesondere
   a) für noch nötige Arbeiten,
   b) für ein neues Verfahren,
   c) für die Grenzwerte.

Die weitere Aussprache befaßte sich mit einer Reihe Einzelfragen, die bereits in Stockholm zur Erörterung standen (R.M. 85 vom 30. 6. bis 2. 7. 1930; Punkt a bis j Seite 2 und 3.) Man beschließt folgendes:

a) Luft oder Sauerstoff. Wenn die Ergebnisse mit Sauerstoff dieselben sind wie die mit Luft, soll Sauerstoff genommen werden.
b) Offenes oder geschlossenes Gefäß. Die ausgedehnte Erörterung ergibt den Wunsch, möglichst alle flüchtigen Anteile zu erfassen.
c) Einführung des Gases. Die Art der Ausführung bleibt dem Unterausschuß überlassen.
d) Form des Gefäßes. Die Frage bleibt offen.
e) Versuchstemperatur. Diese wird auf 100 °C festgelegt.
f) Katalysator. Die Aussprache ergibt, daß Transformatorenbaustoffe zunächst noch nicht berücksichtigt werden sollen. Es bleibt bei der Verwendung von Kupfer und Eisen als Katalysator.
g) Anwendung elektrischer Felder. Diese Frage bleibt dem Unterausschuß zur Beantwortung offen.
h) Zustand der Ölproben.
i) Art der Öle, die zur Untersuchung gelangen.

Diese beiden Fragen werden ebenfalls dem Unterausschuß überwiesen.

Das schwedische Mitglied des bisherigen Unterausschusses Herr Dr. Anderson hat umfangreiche Versuche mit den Ölen der A-Serie in großen Transformatoren ausgeführt. Die Meinung der Versammlung geht dahin, daß diese Versuche äußerst wertvoll sind und die Grundlage für die weiteren Versuche bilden sollten. Auf Vorschlag des Vorsitzenden sollen die nationalen Komitees ersucht werden, sich zu diesen Versuchen zu äußern und zu erklären, ob ein Interesse an der Fortsetzung der Versuche besteht.

Nach Beendigung der Aussprache wird der bisherige Unterausschuß mit der Weiterarbeit erneut betraut. Er setzt sich also zusammen wie folgt:

Deutschland:	Dr. Evers.
England:	Dr. Michie.
Frankreich:	Dr. H. Weiß.
Italien:	Dr. Emanueli.
Schweden:	Dr. Anderson.

Es wird gewünscht, daß auch andere Herren als die genannten sich an den Arbeiten beteiligen; desgleichen soll enge Zusammenarbeit mit anderen Ausschüssen der IEC herbeigeführt werden. Ferner wird angeregt, daß der Unterausschuß, der das weitere Arbeitsprogramm aufstellt, möglichst im Januar 1936 eine Sitzung abhält.

Nach Schluß der Aussprache berichten Herr Dr. Weiß über die Vorbereitung der Ölproben und Herr Dr. Evers über den Oxydator.

Im Anschluß an diese Sitzung fand dann eine erste Sitzung des neuen Unterausschusses statt, in dem über die Art und Mengen der zur Untersuchung nötigen Öle gesprochen wurde. Es wurde dabei festgelegt, daß zu den bisher verwendeten Typen der Öle noch eine vierte Type, nämlich ein handelsübliches Öl, hinzukommt. Herr Dr. Weiß wird sich mit der Anschaffung der Öle befassen. Ferner wird Herr Dr. Anderson seine Transformatorenölversuche fortsetzen unter genau vorgeschriebenen Bedingungen. Er wird an die einzelnen Mitglieder in bestimmten Zeitintervallen Ölmuster aus seinen Transformatoren zur Untersuchung einsenden. Die nächste Sitzung des Unterausschusses wird nach Bedarf einberufen.

Berichter: Evers VDE.

Ausschuß 11. Freileitungen.

Sitzung in Scheveningen: 20. bis 21. Juni 1935.

Vorsitz: Duval (Frankreich).

Schriftführung: Uytborck (Belgien).

Die Berichte über die im Juli 1930 in Stockholm abgehaltenen Sitzungen wurden ohne Änderungen angenommen.

Der von dem Belgischen Komitee veröffentlichte Vergleich der Freileitungsvorschriften in den verschiedenen Ländern wurde vorgelegt. Der Ausschuß begrüßte diese Arbeit und drückte den Wunsch aus, sie auf dem Laufenden zu halten und erforderlichenfalls durch eine neue Ausgabe zu ersetzen. In der vorgelegten Ausgabe 1935 sind die von dem Deutschen Komitee bezüglich der deutschen Vorschriften eingereichten Änderungen bereits berücksichtigt.

Es wurden dann die vom Belgischen Komitee den einzelnen nationalen Ausschüssen übersandten Fragebogen, Schriftstück 11 (Belgien) 101, besprochen. Die seinerzeit vom Deutschen Komitee eingereichten Antworten zu den die Sicherheit von Freileitungen betreffenden Fragen sind dabei berücksichtigt worden. Die Frage der Berechnungsart der Fundierungen von Freileitungsmasten soll weiter behandelt werden. Insbesondere soll durch einen erneuten Fragebogen geklärt werden, welche Berechnungsverfahren in den einzelnen Ländern üblich sind. Desgleichen soll der Frage der Berücksichtigung von flexiblen Stützpunkten bei der Berechnung und dem Bau von Freileitungen weitere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Das britische Komitee hatte eine mathematische Formel für die Eislast ausgearbeitet. Diese Formel soll dazu benutzt werden, um die in den einzelnen Ländern vorgeschriebenen Belastungen der Leitungen durch Eis und Wind miteinander vergleichen zu können.

Zum Schluß wurde noch ein Bericht des Belgischen Komitees über beabsichtigte Versuche zur Feststellung der wirkenden Windkräfte auf Eisenkonstruktionen vorgelegt. Die Versuche sollen in zwei Teilen ausgeführt werden, und zwar einmal auf einer in der Nähe der See erbauten Versuchsleitung und dann im Windkanal.

Berichter: Bürklin VDE.

Ausschuß 12. Funkwesen.

Sitzung in Scheveningen: 18. bis 21. Juni 1935.

Vorsitz: Ewald (Deutschland).

Schriftführung: Tromp (Holland).

Die Normung von Bewegungsrichtungen für die Bedienungsgriffe von Rundfunkgeräten, von amerikanischen 4- und 5poligen Röhrensockeln und von europäischen 3-, 4- und 5poligen Röhrensockeln wird endgültig verabschiedet.

Die Normung von Anschlußkappen für Röhren sowie für amerikanische 6- und 7polige Sockel bedarf noch weiterer Bearbeitung und wird auf die nächste Sitzung vertagt.

Die Normung der neuen Seitenkontaktsockel erweist sich als nicht möglich, da in mehreren Ländern Schwierigkeiten entgegenstehen, die allerdings im wesentlichen nichttechnischer Art sind.

Für die Verbindung zwischen Elektroden und Kontakten werden Richtlinien aufgestellt.

Nachdem die Bewegungsrichtungen in Hinsicht auf die Steigerung der Wirkung genormt sind, wurde weiterhin festgelegt, worin im Einzelfalle die Wirkungssteigerung zu erblicken ist. Beim Abstimmgriff und Wellenschalter ist dies die Erhöhung der Wellenlänge, beim Klangfarberegler eine Erweiterung oder Höherlegung des niederfrequenten Bandes.

Ferner wurde die Bedienungsweise von Schaltern sowie die Anordnung der Stationen auf den Skalen festgelegt.

Für Festwiderstände wurde bestimmt, daß entweder der Widerstandswert aufzudrucken ist oder aber eine Farbe auf Grund des genormten Farbschlüssels, ferner die Belastbarkeit in Watt.



Die Normung von Festkondensatoren wurde vorbereitend besprochen, wobei insbesondere die Frage der Eingruppierung von Elektrolytkondensatoren Schwierigkeiten bereitete.

Das Sekretariat wurde mit der Ausarbeitung eines Normenvorschlages beauftragt.

Die vorgeschlagene Normung von Steckern und Steckbuchsen auf Grund der IFK-Normen konnte nicht zum Abschluß gebracht werden. Dagegen wurden die normalen Strom- und Spannungswerte für den Betrieb von Röhren endgültig angenommen.

Eine ausgedehnte Erörterung ergab sich über die Aufstellung von Sicherheitsvorschriften, da hier durch die IFK (Installations-Fragen-Kommission) den Normungsarbeiten der IEC vorgegriffen worden ist.

Deutschland hat als Mitglied der IFK seine diesbezüglichen Forderungen bereits vor dieser Kommission zur Sprache gebracht und eine nochmalige Durchberatung der Vorschriften erwirkt. Einige in der IEC vertretene Länder gehören aber nicht der IFK an und lehnen eine Verhandlung mit dieser Kommission ab.

Aus diesem Grunde wird beschlossen, durch das Sekretariat auf Grund des vorliegenden Materials einen IEC-Vorschlag für Sicherheitsvorschriften ausarbeiten zu lassen und diesen auf einer Sondertagung beschleunigt zu beraten. Das Ziel ist die Aufstellung einheitlicher Sicherheitsvorschriften, samt den dazugehörigen Prüfbestimmungen, für die ganze Welt.

Als Grundlage für einheitliche internationale Lieferungsbedingungen für Röhren liegt eine Abhandlung über einheitliche Meßmethoden vor, deren Veröffentlichung in der Niederschrift beschlossen wird.

Besprochen wird ferner die Normung von Senderöhren, von Verstärkern und von Entstörungsmitteln.

Zu allen drei Punkten wird das Sekretariat Normungsvorschläge ausarbeiten.

Berichter: Ewald VDE.

Ausschuß 13. Meßinstrumente.

Sitzung in Brüssel: 24. bis 26. Juni 1935.

Vorsitz: K. E. Edgcumbe (England).
Schriftführung: R. Schmidt (Deutschland).

Zur Beratung standen in erster Linie die von Deutschland vorgeschlagenen Regeln für anzeigende Meßgeräte, die bereits im Jahre 1933 in Paris einer Vorberatung unterzogen waren. Sämtliche Bestimmungen dieser Regeln wurden unter Berücksichtigung der inzwischen von anderen Ländern vorgebrachten Änderungsvorschläge eingehend erörtert. In allen wesentlichen Punkten ist der deutsche Vorschlag unverändert geblieben. Es wurde beschlossen, die Regeln nunmehr dem Committee of Action vorzulegen mit dem Ersuchen, sie sobald wie möglich zu veröffentlichen[1]).

Der zweite Punkt der Verhandlungen betraf Symbole für die Kennzeichnung von Meßinstrumenten. Auch hier bildeten auf Grund eines in Paris gefaßten Beschlusses die in den deutschen Regeln festgesetzten Symbole die Grundlage der Erörterung. Den nationalen Komitees waren diese Symbole mit einigen in dem VDE-Ausschuß für Meßgeräte beschlossenen Zusätzen vorher zur Kenntnis gebracht worden. Sie wurden mit Ausnahme von wenigen Änderungen, die insbesondere vom französischen Komitee angeregt wurden und durchweg als Verbesserung anzusehen sind, angenommen. Über die Kennzeichnung der Prüfspannung, für die nach den deutschen Regeln farbige Sterne verwendet werden, konnte keine einheitliche Auffassung in der internationalen Kommission herbeigeführt werden. Insbesondere wurde von den Delegierten Italiens der Einwand gemacht, daß die Unterscheidung der Prüfspannungen durch verschiedene Farben kein genügendes Merkmal sei, weil die Bedeutung der verschiedenen Farben in den Verbraucherkreisen nicht genügend bekannt sei; ferner seien die Kosten für die Aufbringung der farbigen Sterne zu hoch. Es wurde daher beschlossen, daß die Prüfspannung entweder durch das vorgeschlagene Symbol oder aber auf andere geeignete Weise zu kennzeichnen sei.

In den weiteren Beratungen wurden die bereits vor einigen Jahren veröffentlichten internationalen Regeln für Elektrizitätszähler und für Meßwandler einer eingehenden Durchsicht unterzogen. Es liegen hier eine ganze Reihe von Abänderungsanträgen vor. Alle diese Anträge werden den nationalen Komitees zur Beratung und Stellungnahme unterbreitet werden und auf der nächsten Sitzung des A.C. 13, die für den Herbst 1936 in Aussicht genommen ist, zur Erörterung gestellt werden.

Berichter: R. Schmidt VDE.

[1]) Inzwischen erschienen als IEC-Veröffentlichung 51: Specification for Indicating Electrical Measuring Instruments: Ammeters, Voltmeters and Single-Phase Wattmeters.

Ausschuß 15. Schellack.

Sitzung in Scheveningen am 21. Juni 1935.

Vorsitz: Gibson (England).

Die Sitzung des Ausschusses 15 diente im wesentlichen einer Aussprache über die früher noch nicht erledigten Punkte. Diese betreffen hauptsächlich Messungen der Feuchtigkeitsaufnahme, elektrische Messungen und Messungen der mechanischen Eigenschaften.

Nach dem einleitenden Vortrage des Vorsitzenden über die Fortschritte in der Schellackforschung wurde die Erörterung über das umfangreiche Programm, das im Schreiben 15 (Secretariat) 3 vom Oktober 1932 aufgestellt war, eröffnet. Dabei ergab sich, daß über die bereits anerkannten Methoden wie Asche, Säurezahl, Jodzahl und Wachsgehalt keine Aussprache mehr nötig war. Dagegen erforderten die anderen Punkte, die oben bereits genannt sind, noch eine umfangreiche Arbeit. Von den verschiedenen Delegationen wurden neue Vorschläge eingereicht. Alle diese Vorschläge sollen in einem neuen Programm verarbeitet werden. Sobald dieses vorliegt, wird eine neue Sitzung des Ausschusses 15 (voraussichtlich im Jahre 1937) einberufen werden. Dann soll beschlossen werden, welche Arbeiten aufzunehmen sind, soweit dies nicht in der Zwischenzeit geschehen ist.

Berichter: Evers VDE.

Ausschuß 16. Klemmenbezeichnungen.

Sitzungen in Brüssel: 24. bis 25. Juni 1935.

Vorsitz: Roßkopf (Holland).
Schriftführung: van Teutem (Holland).

1. Elektrische Maschinen.

A. Gleichstrommaschinen.

a) Die im Schriftstück 16 (Secretariat) 113 gegebene Regelung für die Bezeichnung der Klemmen von Mehrfachwicklungen und Anzapfungen (Mehrfachwicklungen ohne Anzapfungen: Buchstaben mit Zahlenindex; Anzapfungen in Einfachwicklungen: Zahlenindex; Mehrfachwicklungen mit Anzapfungen: die Endklemme erhält Buchstabenindex, die Anzapfung Zahlenindex) wurde als uneinheitlich empfunden. Man beschloß, die Endklemmen von Mehrfachwicklungen mit Zahlenindex und Anzapfungen in ihnen mit einem zusätzlichen Buchstabenindex zu versehen (Abb. 1), Anzapfungen in Einfachwicklungen erhalten Zahlenindex.

F_1 f_1 F_{1a} F_{1b} f_{1b} f_{1a} F_2 f_2 F_{2a} F_{2b} f_{2b} f_{2a}

Abb. 1.

b) Für die Schaltung einer Maschine stellt 16 (Secretariat) 113 folgende Regel auf:

Wird ein Motor so geschaltet, daß der Strom überall von der Klemme mit großem Buchstaben durch die betr. Wicklung zu der Klemme mit kleinem Buchstaben fließt, so hat er normale Drehrichtung; nach dieser Regel verbundene Kompoundwicklungen wirken feldverstärkend.

Hierzu machte Frankreich folgenden (schon früher gebrachten) Vorschlag: Bei normalen Maschinen erhält man richtige Verbindungen und normalen Drehsinn, wenn man bei in Reihe zu schaltenden Wicklungen große mit kleinen Buchstaben verbindet, bei parallel zu schaltenden Wicklungen große mit großen und kleine mit kleinen Buchstaben verbindet.

Da dieser Vorschlag von der Regel nach 16 (Secretariat) 113 grundsätzlich abweicht, erklärte der deutsche Vertreter, ihm nicht ohne gründliche Prüfung zustimmen zu können. Der französische Vorschlag, der den Nachteil hat, daß eine Lagermaschine, die als Motor bezeichnet ist, umgestempelt werden müßte, wenn sie als Generator mit feldverstärkender Kompoundwicklung verwendet werden soll, wurde nicht aufrechterhalten.



Es wurde beschlossen, daß feldschwächende Kompoundwicklungen auf dem Leistungsschild oder auf einer beigegebenen Schaltungsskizze als solche zu bezeichnen sind.

c) Einankerumformer. Die normale Bezeichnung der Schleifringe ist, von Lager nach Anker hin, u, z, v, x, w, y. Ausnahmsweise kann die Anordnung u, x, v, y, w, z gewählt werden.

B. Wechselstrommaschinen.

a) Bei Einphasenmotoren erhält die Hilfsphase die Klemmenbezeichnungen W — Z (statt $U_a - V_a$).

b) Sammelschienen. Ist das Einphasennetz von zwei Strängen eines Drehstromnetzes entnommen, so erhält es die Bezeichnung, die diese Stränge im Drehstromnetz führen. Ein selbständiges Einphasennetz erhält die Bezeichnung R, S.

c) Drehsinn. Die Vorschrift, daß der Drehsinn von Maschinen, die mechanische Energie weder aufnehmen noch abgeben, von der Schleifringseite her bestimmt wird, wird auf Maschinen ohne freies Wellenende beschränkt.

2. Transformatoren.

(Schriftstück 16 [Secretariat] 114). Auf besonderen Wunsch Englands wurde folgender Zusatz eingefügt:

Die Klemmenbezeichnungen U, V, W, usf. sind die empfohlenen Normalbezeichnungen. Wenn ein nationales Komitee diese Bezeichnung nicht unmittelbar einführen kann und andere Buchstaben benutzt, so sollen diese Buchstaben in alphabetischer Folge, gesehen von der Hochspannungsseite des Transformators, von links nach rechts liegen.

3. Apparate. (Schriftstück 16 [Secretariat] 115.) Über die Klemmenbezeichnung von Apparaten fand ein kurzer, unverbindlicher Meinungsaustausch statt. Beschlüsse wurden nicht gefaßt.

4. a) Die Abschnitte über Maschinen und Transformatoren erhalten je eine Klausel, die besagt, daß nach diesen Regeln hergestellte Verbindungen vor Inbetriebnahme auf ihre Richtigkeit nachzuprüfen sind.

b) Der amerikanische Delegierte hatte vorgeschlagen, die amerikanischen Klemmenbezeichnungen als (gleichberechtigtes) Alternativ zu diesen Regeln anzunehmen. Das Generalsekretariat der IEC schlug hierauf folgendes Vorwort zu der IEC-Veröffentlichung über Klemmenbezeichnungen vor:

„Die Brüsseler Tagung zeigte, daß der Entwurf 16 (Secretariat) 113 mit einigen geringfügigen Änderungen die Zustimmung einer großen Zahl europäischer Nationalkomitees fand, und daß man hoffen darf, daß auch die übrigen (europäischen) Komitees den Entwurf in verhältnismäßig naher Zukunft ohne Vorbehalt annehmen werden.

Da diese Regeln von den Regeln A.S.A. — C 6 (USA) zu sehr abweichen, konnte eine Einigung oder ein Kompromiß zwischen beiden Kontinenten nicht erreicht werden. Man kam daher überein, den Text beider Regeln zum Zwecke des Vergleichs zu veröffentlichen, in der Hoffnung, daß in nicht zu ferner Zukunft eine internationale Einigung erreicht werden möge."

Berichter: Kade VDE.

(Schluß folgt.)

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Auszeichnung. — Dem Professor für Experimentalphysik Dr. Peter Debye, Leipzig, wurde von der Kgl. Akademie der Wissenschaften in Amsterdam die Lorentz-Medaille verliehen. — Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. K. W. Wagner VDE, ord. Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin und Direktor des Heinrich-Herz-Instituts für Schwingungsforschung, wurde von der Kgl. Akademie der Ingenieurwissenschaften in Stockholm zum korrespondierenden Mitglied ernannt.

Hochschulnachrichten. — Als Nachfolger des Herrn Prof. Küpfmüller VDE[1]) wurde Herr Dr.-Ing. habil. H. Schwenkhagen VDE, bisher Dozent an der T. H. Berlin, als außerordentlicher Professor für Elektrotechnik an die T. H. Danzig berufen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Energieübertragung und -umwandlung mit Wechselstrom. Einheitliche Theorie der Leitungen, Transformatoren und Maschinen. Von Dr.-Ing. P. Werners. Mit 208 Abb., VIII u. 204 S. in gr. 8°. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin. Preis geb. 18 RM.

Der Verfasser stellt sich zum Ziel, die Theorie der Leitungen, Transformatoren und Maschinen auf einheitlicher Grundlage darzustellen. Es sollen dabei stets aus dem Schaltbild die Betriebskennlinien und Ortskurven in symbolischer Behandlungsweise abgeleitet werden.

Nach einer kurzen mathematischen Einleitung wird dargelegt, wie man ein Problem, namentlich auch ein unsymmetrisches mehrphasiges, auf die Behandlung einer einphasigen T-Schaltung zurückführen kann. Es folgt die sehr zweckmäßig angeordnete Beschreibung der Betriebseigenschaften der allgemeinen T-Schaltung bei einseitiger Speisung; für den Fall der zweiseitigen Speisung wird der Querzweig der T-Schaltung zunächst vernachlässigt; dieses ist aber oft näherungsweise zulässig.

Die allgemeinen Beziehungen werden zuerst für den Fall der homogenen Leitung benutzt. Es schließt sich die Theorie des ruhenden Transformators an, wobei auch der Spar- und Mehrwicklungstransformator sowie die Wandler Beachtung finden. Es folgt die Behandlung des Drehfeldtransformators. Über die Theorie des Asynchronmotors und Induktionsumformers gelangt der Verfasser zur Darlegung des Parallellaufes einer Synchronmaschine mit dem starren Netz; es schließt sich die Erklärung des Alleinbetriebes eines Synchronmotors an. Ferner werden Nebenschluß- und Hauptschlußkommutatormaschinen und zum Schluß die wichtigsten Regelsätze besprochen. Ausführlich durchgerechnete Zahlenbeispiele folgen jedem wichtigen Abschnitt.

Der reiche Inhalt des Buches ist auf gedrängtem Raum zusammengefaßt. Mit wenigen Ausnahmen hat sich die Behandlung auf die T-Schaltung zurückführen lassen. Diese Vereinheitlichung erlaubt dem mit der Materie bereits gut Vertrauten sehr wertvolle Einblicke und Analogieschlüsse. Weniger sicher erscheint der didaktische Wert der benutzten Methode für das erste Studium des Gebietes. Die strenge Vermeidung von Wiederholungen erfordert dauerndes Nachschlagen. Teilweise ist der Verfasser — dem festgelegten Schema zuliebe — gezwungen, einfache Beziehungen als Sonderfälle aus allgemeinen Formeln herzuleiten, während dieses bei der sonst üblichen Behandlungsweise vermieden wird.

Bei einer zweiten Auflage würde es sich empfehlen, die Unterabschnitte aller Kapitel — mit Rücksicht auf leichteres Nachschlagen — durchlaufend zu numerieren. Die Bezeichnung des Gesamtstromes als „Scheinstrom" (S. 10) dürfte nicht ganz glücklich sein. Die Festsetzung des Vorzeichens der Blindleistung auf S. 56 erweckt den Eindruck, als wenn sie nur in dieser Form möglich wäre; das Vorzeichen darf in Wirklichkeit bei der Definition völlig willkürlich gewählt werden. Für die bequeme Behandlung des meistens vorliegenden Konstant-Spannungssystems empfiehlt es sich sogar, das Vorzeichen für die Leistungskomponenten in Übereinstimmung mit denjenigen der Stromkomponenten zu wählen.

Das Buch stellt einen beachtenswerten Beitrag zur Systematik der Wechselstromprobleme dar. Es eignet sich sehr für die Vertiefung und Auffrischung von bereits vorhandenen Kenntnissen auf diesem Gebiet.

A. v. Timascheff.

Untersuchung der Arbeitsbedingungen für den elektrischen Antrieb von absatzweise arbeitenden Baggern. Von Dr.-Ing. W. Penzien. Mitteilungen des Forschungsinstituts für Maschinenwesen beim Baubetrieb. Heft 7. Herausg. v. Prof. Dr. G. Garbotz. Mit 20 Textabb., 22 Tafeln m. Abb. u. Tabellen und 38 S. im Format A 4. Komm.-Verlag VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1935. Preis geh. 10,75 RM.

Die Geräte werden hinsichtlich ihrer Arbeitsbedingungen nach einheitlichen Gesichtspunkten untersucht, und zwar sowohl auf Grund der einschlägigen Veröffentlichun-

[1]) Jetzt T. H. Berlin, vgl. ETZ 56 (1935) H. 43, S. 1188.



gen, wie auch an Hand von Versuchen an 20 neueren Geräten, die sämtlich nach 1925 gebaut wurden. Darunter befinden sich außer einer großen Anzahl von Löffelbaggern auch Schrapper, Greifbagger, Eimerseilbagger und Kabelbagger. Die Arbeit liefert wertvolle allgemein gültige Unterlagen für die Projektierung derartiger Geräte hinsichtlich der Anschaffungskosten, der Betriebskosten und besonders der Auswahl der elektrischen Ausrüstung. Die einzelnen Motorbauformen, Schaltungen und Steuerungsarten werden eingehend kritisch behandelt und die Ergebnisse der Messungen in sehr übersichtlichen und außerordentlich reichhaltigen Registriermessungen und Tabellen bekanntgegeben. Fast alle elektrischen Ausrüstungen haben sich so, wie sie geliefert worden sind, bewährt. Diese Tatsache liefert erneut einen Beweis für das gute und erfolgreiche Zusammenarbeiten zwischen den Firmen des Maschinenbaues und der Elektrotechnik. J. Gewecke.

Hilfsbuch für Rundfunk- und Verstärkertechnik. Rechenvorschriften und Zahlentafeln. Von F. Bergtold. Mit 35 Abb., 101 Zahlentafeln, VIII u. 136 S. im Format A 5. Verlag Weidmannsche Buchhandlung, Berlin 1935. Preis geb. 6 RM.

Das Hilfsbuch für Rundfunk- und Verstärkertechnik wendet sich, wie der Verfasser in seinem Vorwort betont, an technisch gebildete Händler, Bastler und Rundfunktechniker. Für diesen Leserkreis ist das von einem Praktiker verfaßte Büchlein durchaus zu empfehlen, denn die Darstellung selbst, die Abfassung der Rechenvorschriften und die Aufmachung der vielen Zahlentafeln setzt nur geringe Vorkenntnisse voraus. Der Leser findet u. a. das Ohmsche Gesetz in Tafelform, ebenso Zahlentafeln über Widerstände verschiedener Widerstandsdrähte, über höchstzulässige Strom- und Spannungswerte für Widerstandsarten verschiedener Belastbarkeit, über die Kapazität abgeschirmter Leitungen, über die Größe von Kathodenwiderständen für verschiedene Gittervorspannungen und Emissionsströme, über die unter verschiedenen akustischen Verhältnissen notwendige Verstärkerausgangsleistung usw. Im Rahmen dieser übersichtlich gegliederten Veröffentlichung sind besonders die Aufstellungen über die Lautstärkenskala in Phon und die Zahlentafeln zur Zählweise in Neper und Bel zu erwähnen.

Manfred von Ardenne VDE.

Die Dampfturbine im Betriebe. Errichtung — Betrieb — Störungen. Von E. A. Kraft. Mit 206 Textabb. u. 10 Zahlentaf., VI u. 277 S. in 4°. Verlag Julius Springer, Berlin 1935. Preis geb. 37,50 RM.

Während die Theorie der Dampfturbinen im Schrifttum in größter Breite behandelt wird, ist man auf das Verhalten der Turbinen im Betriebe nur in sehr geringem Maße eingegangen. Es liegen fast nur Einzelberichte über bestimmte Vorkommnisse und Sonderfragen vor, und zusammenfassende Darstellungen fehlen fast vollständig. Das einzige Gebiet, das hiervon eine Ausnahme macht, ist das der Regelung, dem man allerdings auf theoretischem Wege bis zu einem gewissen Grade beikommen kann, ohne umfassende praktische Erfahrungen zu besitzen. Um so wichtiger ist diese Neuerscheinung, in der die Erfahrungen einer der größten Turbinenfabriken der Welt der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Das behandelte Arbeitsgebiet wird sehr weit gefaßt; es wird in drei Hauptabschnitte unterteilt: Errichtung, Betrieb und Störungen. Jeder einzelne Abschnitt zerfällt in mehrere Teile, die mit großer Ausführlichkeit und Gründlichkeit ausgearbeitet sind. Erwähnt seien besonders die Unterabschnitte: Zusammenbau und Ausrichtung von ortsfesten Axialturbinen, die Radialturbine, die allgemeinen Betriebsbedingungen, die erste Inbetriebsetzung, das Anfahren, die Überwachung während des Betriebes, die regelmäßige Besichtigung und Überholung, und schließlich besonders der Abschnitt Störungen. Hier werden die Umstände, die die verschiedenen Arten von Störungen herbeiführen können, genau dargestellt, man erkennt, welche Störungen durch den natürlichen Verschleiß und welche durch andere Ursachen herbeigeführt werden. Man erkennt also auch, worauf bei den regelmäßigen Besichtigungen besonders geachtet werden muß. Aber auch die Abschnitte über die Inbetriebsetzung usw. sind überaus wichtig: Zum erstenmal wird im Schrifttum ausführlich dargestellt, welche Gewährleistungen der Lieferer übernehmen kann und muß, und welche Bedingungen er anderseits an den Betrieb stellen muß, damit er auch in der Lage ist, seine Zusagen zu erfüllen. — Das Buch ist Grundlage für alle weiteren Arbeiten, die sich mit dem behandelten Arbeitsgebiet beschäftigen werden. A. Zinzen.

Der Große Duden. Rechtschreibung der deutschen Sprache u. d. Fremdwörter nach den für das Deutsche Reich, Österreich u. d. Schweiz gültigen amtlichen Regeln. Bearb. v. Dr. O. Basler. 11., neubearb. u. erw. Aufl. Mit 61 * u. 700 S. in kl. 8°. Preis geb. 4 RM.

Stilwörterbuch der deutschen Sprache. Eine Sammlung der richtigen u. gebräuchlichen Ausdrücke u. Redewendungen. Bearb. v. Dr. O. Basler mit einer Einleitung v. Prof. Dr. E. Geißler. Mit 16* u. 694 S. in kl. 8°. Verlag Bibliographisches Institut AG., Leipzig 1934. Preis geb. 4 RM.

Die neue Auflage des „Großen Duden" hält, was man von ihr erwarten darf. Dieses amtliche Wörterbuch versteht es, den Zusammenhang mit der lebendigen Sprache zu wahren; man merkt das wieder aus kleinen Änderungen gegenüber den früheren Auflagen und aus den Neuaufnahmen. Die Begriffe der Elektrotechnik sind vertreten, soweit sie im nichtfachlichen Schrifttum vorkommen. Daß der Duden auch weitgehend als Fremdwörter- und Verdeutschungsbuch dienen kann, sei wiederum hervorgehoben[1]). In den Vorbemerkungen findet man das Wichtigste über Rechtschreibung, Sprachlehre und Wortbildung, weiter die auch für den Schriftsteller bedeutsamen Vorschriften für den Schriftsatz.

Mit der neuen Auflage erscheint nun noch ein zweiter Teil zum Duden: das „Stilwörterbuch der deutschen Sprache". Es bringt „in alphabetischer Reihenfolge die Wörter in den von der gesprochenen und geschriebenen Sprache gebrauchten Verbindungen, Redensarten" usw. Die von E. Geißler verfaßte Einleitung „Vom deutschen Stil" ist köstlich und in ihrer urwüchsigen Form sicher nachhaltig wirksam. — So sind beide Teile des Duden, Rechtschreibung und Stilwörterbuch, wertvolle Diener der deutschen Sprachpflege; gerade im wissenschaftlichen Schrifttum sollten diese Bücher viel mehr zu Rate gezogen werden. G. H. Winkler VDE.

[1]) Die Verdeutschung „Umformer" für „Transformator" ist indessen technisch nicht richtig.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Zirkel englisch sprechender Ingenieure des VDI. 6. 12. (Fr), 17 h 30 m, Berlin, „Haus der Technik", Friedrichstraße: „Industrial research in Great Britain", Herr Warren. Der Vortrag wird in englischer Sprache gehalten. Der Eintrittspreis für Nichtmitglieder des Zirkels beträgt 0,50 RM.

Deutsche Chemische Gesellschaft, Berlin. 9. 12. (Mo), 19 h, Hofmannhaus, Sigismundstr. 4: 1. „Die chemische Bindung des metallischen Zustandes". U. Dehlinger. 2. „Diffusionserscheinungen in festen Metallen". W. Seith.

Brennkrafttechnische Gesellschaft und Deutsche Gesellschaft für Mineralölforschung. 12. 12. (Do), 9 h 15 m, Langenbeck-Virchow-Haus, Luisenstraße 58/59: „Tag der Kraftmaschinen für das Verkehrswesen" mit 7 Vorträgen und Aussprache. Auskunft erteilt die Geschäftsstelle der Brennkrafttechn. Gesellschaft, Berlin W 35, Am Karlsbad 10.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955 56.

Abschluß des Heftes: 29. November 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Spinger, Berlin W 9.



Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
56. Jahrgang Berlin, 12. Dezember 1935 Heft 50

Unseren Jungingenieuren.

Nach einem nicht leichten Studium vom Gängelband der alma mater endlich befreit, bezieht der Jungingenieur begeistert die erste Stellung im praktischen Leben, von der aus er den „Kampf ums Dasein" beginnen will. Und schon kommt die erste große Enttäuschung.

Er hatte geglaubt, mit den bislang erworbenen Kenntnissen die ihm gestellten Aufgaben lösen und „die Welt im Sturm erobern" zu können, und sieht nun seinem Schaffensdrang große Schwierigkeiten gegenübergestellt. Gerade die Kenntnisse, welche seine Sonderbeschäftigung erfordert, sind mangelhaft; es fehlt die Erfahrung und vor allem die Verbindung zwischen Wissen und Können.

Solche Schwierigkeiten können Schwache verzagen lassen, dem Tüchtigen aber bieten sie Gelegenheit, seine Kräfte zu erproben. Auch wir „Alten" haben das einmal durchmachen müssen. Denn das war immer so und wird auch so bleiben, weil es ein ganz natürlicher Vorgang ist.

Das Gebiet der Elektrotechnik ist so riesengroß, daß beim Studium immer nur ein kleiner Teil erfaßt werden kann. Denn es kann weder die Aufgabe der Hoch- und Fachschulen sein, Spezialisten eines kleinen Sondergebietes auszubilden — das wäre der bequemste Weg — noch sämtliches Rüstzeug für alle Gebiete der Elektrotechnik bereitzustellen — dazu würde die Studienzeit viel zu kurz sein.

Das Studium kann nur eine Anleitung sein zu dem großen Studium, das das ganze spätere Leben darstellt.

Darum kann es auch nur ein Mittel sein, durch harte und gewissenhafte Arbeit die eigenen Kräfte zu üben und dabei mit der Klarheit des Blickes für das eigentliche Wesen der Technik und für die großen Zusammenhänge den künftigen Ingenieur zu einer deutschen Persönlichkeit zu erziehen.

Dann wird er imstande sein — wohin er auch gestellt sein mag — sich selbst zu helfen und sich die unbedingt erforderliche Weiterbildung selbst zu verschaffen.

Wer das als Jungingenieur begreift und einsieht, daß er eigentlich noch nichts kann, dem wird am schnellsten geholfen sein.

Leider muß sich heute jeder Ingenieur auf irgend ein Sondergebiet, auf dem er gerade tätig ist, einstellen können. Das ist eine Notwendigkeit unseres heutigen Wirtschaftslebens.

Aber auf einem Sondergebiet wird nur der wirkliche Erfolge erzielen, der imstande ist, die Erkenntnisse und Hilfsmittel möglichst vieler anderer Gebiete für sein Sondergebiet nutzbringend zu verwerten. Denn nur dadurch erhält er neue Anregungen, wird nicht einseitig und bleibt imstande, auch auf andere Sondergebiete überzugehen, wenn dieses erforderlich sein sollte. Ein wirklich tüchtiger Ingenieur muß das können, auch schon um sich persönlich unabhängig zu erhalten.

Die ETZ will nun dem Jungingenieur helfen, über die geschilderten Nöte hinwegzukommen.

In einem neuen Teil der ETZ „Für den Jungingenieur" sollen vorwiegend zusammenfassende Aufsätze gebracht werden, in denen von erfahrenen Fachleuten einzelne Arbeitsgebiete übersichtlich nach ihrem neuesten Stand behandelt werden.

Durch reichliche Hinweise auf das Schrifttum soll dafür gesorgt werden, daß der junge Fachgenosse sich schneller in ein ihn besonders interessierendes Gebiet einarbeiten kann, als es durch das Studium anderer Aufsätze, die ihm zum Teil noch unverständlich erscheinen, möglich ist.

Aber der Jungingenieur soll auch selbst technisch zu Worte kommen, und Vorträge, die von Jungingenieuren gehalten sind, können bei reger Mitarbeit der Arbeitsgemeinschaften so dargestellt werden, daß sie allen Fachgenossen etwas zu bieten vermögen.

Und so ist das erstrebenswerte Endziel: Durch Steigerung der Schaffenskraft wird der schöpferisch begabte Jungingenieur in den Stand gesetzt, als werteschaffender Mensch am Aufbau des Dritten Reiches erfolgreich mitzuwirken.

Professor Dr. Rudolf Franke.



Prüfung und Genauigkeit thermischer Auslöser (Motorschutzauslöser).

Von Ober-Ing. **Herbert Franken VDE,** Köln.

(Schluß von S. 1302.)

621. 316. 925. 44

Man kann diese Verhältnisse leicht rechnerisch verfolgen. In den nachfolgenden Formeln ist:

- s_1 der durch die Wärme bedingte Bruttoauslöseweg des Auslöseelementes bei einphasiger Belastung,
- s_3 dgl. bei dreiphasiger Belastung, $s_3 = s_0 + s_t$,
- s_d die Verminderung des Weges s_3 durch die Verformung bei dreiphasiger Belastung,
- s_0 Bruttoauslöseweg, bedingt durch die Übertemperatur des Auslöseelementes gegen seine Umgebung,
- s_t Zusatzweg durch die Lufttemperatursteigerung bei dreiphasiger Belastung,
- f ein Maß für die Stromfehler, und zwar gibt f immer das Verhältnis des einphasigen Grenzstromes zum dreiphasigen Grenzstrom an. Je nach der Ursache für f soll unterschieden werden:
- f_t der Fehler, bedingt durch die geschilderten Temperaturunterschiede zwischen ein- und dreiphasiger Belastung,
- f_d dgl. durch die Unterschiede in der Verformung,
- f_g ist endlich der Gesamtfehler, hervorgerufen durch beide Unterschiede,
- n ist die Steigerung der Auslösestromstärke durch Nebenschlüsse als Vielfachwert (Nennstrom mit Nebenschluß: Nennstrom ohne Nebenschluß),
- m die Steigerung der Stromstärke durch Feinverstellung, d. h. also durch Änderung des Auslöseweges, ebenfalls als Vielfachwert (Höchstwert : Niedrigstwert der Skala),
- f_n Gesamtfehler bei Anwendung eines Nebenschlusses (Stromsteigerung n-fach),
- f_m Gesamtfehler bei Feinverstellung (Stromsteigerung m-fach),
- f_1 Gesamtfehler des gleichen Auslösers bei $m = 1$, $n = 1$,
- f_{mn} Gesamtfehler bei gleichzeitiger Steigerung von m und n.

Außerdem bedeutet:

- P die Schaltkraft,
- s den Schaltweg, auf dem die Kraft P überwunden werden muß,

ferner bei den Auslöseelementen, insbesondere bei Bimetall:

- b die Breite,
- d die Dicke,
- l die Länge,
- k das Verhältnis des Verformungsweges zum Wärmeweg $k = \frac{s_d}{(s_0 + s_t)} = \frac{s_d}{s_3}$,
- a die Ausbiegung eines geraden Bimetallstreifens von 10 cm Länge und 1 mm Dicke in cm,
- E den Elastizitätsmodul in kg/cm²,
- r die Längenänderung bzw. Durchbiegung, bezogen auf den Sollwert gleich 1, hervorgerufen z. B. durch andere Wärmeabstrahlungsziffern u. dgl.

Sieht man von der Verwendung von Nebenschlüssen und der Feinverstellung zunächst einmal ab, dann ist der Nettoweg, den das dreiphasige Relais bei einem bestimmten Strom zurücklegt:

$$s_3 - s_d = s_0 + s_t - s_d.$$

Dasselbe Relais, einphasig belastet, hat den Weg

$$s_1 - 3\,s_d = s_0 + \frac{s_t}{3} - 3\,s_d.$$

Das Quadrat der Stromstärke muß also beim einphasigen Relais im Verhältnis

$$\frac{s_3 - s_d}{s_1 - 3\,s_d}$$

gesteigert werden. Daraus ergeben sich folgende Formeln:

Wärmefehler

$$f_t = \sqrt{\frac{s_3}{s_1}} \quad (s_d = 0)$$

Verformungsfehler

$$f_d = \sqrt{\frac{s_3 - s_d}{s_3 - 3\,s_d}} \quad (s_1 = s_3)$$

Gesamtfehler

$$f_g = \sqrt{\frac{s_3 - s_d}{s_1 - 3\,s_d}} = \sqrt{\frac{s_0 + s_t - s_d}{s_0 + \frac{s_t}{3} - 3\,s_d}}.$$

Führt man in die Beziehung außerdem noch die Werte m und n ein, dann rechnet man zweckmäßig mit den Teilwerten s_0 und s_t und die Formeln erhalten folgende Gestalt:

$$f_g = \sqrt{\frac{m^2\,(s_0 + n\,s_t) - s_d}{m^2\left(s_0 + n\,\frac{s_t}{3}\right) - 3\,s_d}}$$

$$f_t = \sqrt{\frac{m^2\,(s_0 + n\,s_t)}{m^2\left(s_0 + n\,\frac{s_t}{3}\right)}} = \sqrt{\frac{s_0 + n\,s_t}{s_0 + n\,\frac{s_t}{3}}}$$

$$f_d = \sqrt{\frac{m^2\,(s_0 + n\,s_t) - s_d}{m^2\,(s_0 + n\,s_t) - 3\,s_d}}.$$

Ändert man den Auslöser nur durch S t r o m s t ä r k e n s t e i g e r u n g, m-fach im Auslöseelement, dann wird $n = 1$, und man erkennt, daß der Wärmefehler f_t für sich allein betrachtet ($s_d = 0$) konstant bleibt. Der Einfluß der Verformung (s_d) wird dagegen mit steigendem m kleiner (f_d):

$$f_m = \sqrt{\frac{m^2\,(s_0 + s_t) - s_d}{m^2\left(s_0 + \frac{s_t}{3}\right) - 3\,s_d}}.$$

Arbeitet man dagegen lediglich mit N e b e n s c h l ü s s e n, dann wird $m = 1$, und man erkennt, daß mit steigendem Wert von n der Zähler stärker anwächst als der Nenner und damit das Verhältnis des einphasigen zum dreiphasigen Auslösestrom (f_n) ebenfalls anwächst. An Stelle des obengenannten Ausdrucks tritt der Wert:

$$f_n = \sqrt{\frac{s_0 + n\,s_t - s_d}{s_0 + n\,\frac{s_t}{3} - 3\,s_d}}.$$

W e n n z w e i M e s s u n g e n v o r l i e g e n, dann kann man aus den Meßwerten nach den oben angegebenen Formeln die Werte s_t/s_0 und s_d/s_0 als Fehlermaß errechnen und damit für alle anderen Fälle f_g usw. vorausbestimmen.

Wurde von der einen zur anderen Messung l e d i g l i c h ein N e b e n s c h l u ß beigefügt, ist also $m = 1$, dann ergibt sich für s_t/s_0 folgender Wert:

$$\frac{s_t}{s_0} = \frac{f_1^2 - 1 - \frac{\left(3\,f_1^2 - 1\right)\left(f_n^2 - 1\right)}{3\,f_n^2 - 1}}{n\,\frac{\left(\frac{f_n^2}{3} - 1\right)\cdot\left(3\,f_1^2 - 1\right)}{3\,f_n^2 - 1} - \frac{f_1^2}{3} + 1}. \qquad (1)$$

Dabei gilt f_1 für den Auslöser ohne Nebenschluß, f_n für den Auslöser mit Nebenschluß (für n-fachen Wert).

Wird dagegen nur durch Stromänderung geregelt, ist also $n = 1$, dann ergibt sich für s_t/s_0 folgender Wert:

$$\frac{s_t}{s_0} = \frac{f_1^2 - 1 - m^2 \dfrac{(3 f_1^2 - 1)(f_m^2 - 1)}{3 f_m^2 - 1}}{m^2 \dfrac{\left(\dfrac{f_m^2}{3} - 1\right) \cdot (3 f_1^2 - 1)}{3 f_m^2 - 1} - \dfrac{f_1^2}{3} + 1}.$$

Wird gleichzeitig m und n geändert, dann lautet der Wert für s_t/s_0:

$$\frac{s_t}{s_0} = \frac{f_1^2 - 1 - m^2 \dfrac{(3 f_1^2 - 1)(f_{mn}^2 - 1)}{3 f_{mn}^2 - 1}}{m^2 n \dfrac{\left(\dfrac{f_{mn}^2}{3} - 1\right) \cdot (3 f_1^2 - 1)}{3 f_{mn}^2 - 1} - \dfrac{f_1^2}{3} + 1}.$$

Ist auf diese Weise der Wert s_t/s_0 bekannt, dann läßt sich daraus unter Berücksichtigung des Wertes f_1 auch der Wert s_d/s_0 errechnen, und zwar nach folgender Formel:

$$\frac{s_d}{s_0} = \frac{f_1^2 - 1 + \dfrac{s_t}{s_0}\left(\dfrac{f_1^2}{3} - 1\right)}{3 f_1^2 - 1}.$$

f_1 gilt für $n = 1$ und $m = 1$
f_n „ „ $n = n$ „ $m = 1$
f_m „ „ $n = 1$ „ $m = m$
f_{mn} „ „ $n = n$ „ $m = m$

Die Werte s_t/s_0 und s_d/s_0 geben nicht unmittelbar die Fehlergröße an. Man kann ungefähr sagen, daß der Wärmefehler gleich ⅔ des Wertes s_t/s_0 ist, denn das ist etwa der Unterschied im Einfluß der Wärme bei dreiphasiger und einphasiger Auslösung. Auch dieser Wert ist aber nur ein Maß für den Wegunterschied und nicht unmittelbar mit den Fehlerprozenten gleichzusetzen.

Ähnliches gilt für den Verformungsfehler. Man kann ihn etwa gleich $2\, s_d/s_0$ setzen, denn der Wegunterschied ist auch hier wieder $3\, s_d - s_d$, also rd. $2\, s_d$. Für die Größenordnung gilt das gleiche, wie vorhin für s_t/s_0 gesagt.
Genauere Werte ergeben die Formeln für f_t, f_d und f_g in folgender Fassung:

$$f_g = \sqrt{\frac{m^2\left(1 + n \dfrac{s_t}{s_0}\right) - \dfrac{s_d}{s_0}}{m^2\left(1 + \dfrac{n}{3} \dfrac{s_t}{s_0}\right) - 3 \dfrac{s_d}{s_0}}}$$

$$f_t = \sqrt{\frac{1 + n \dfrac{s_t}{s_0}}{1 + \dfrac{n}{3} \dfrac{s_t}{s_0}}}$$

$$f_d = \sqrt{\frac{m^2\left(1 + n \dfrac{s_t}{s_0}\right) - \dfrac{s_d}{s_0}}{m^2\left(1 + n \dfrac{s_t}{s_0}\right) - 3 \dfrac{s_d}{s_0}}}.$$

Es ist nicht möglich, die durch Wärme und Verformung hervorgerufenen Fehler einfach zu addieren. Der Gesamtfehler ist etwas größer, als die Summe zunächst angibt. Man erhält den Gesamtfehler aus den beiden Teilwerten nach folgender Formel:

$$f_g^2 = \frac{2 f_d^2}{\dfrac{3 f_d^2 - 1}{f_t^2} - 3 (f_d^2 - 1)}$$

(s. auch Kurve Abb. 4). Die Formel gilt für alle Fälle $m = 1$; $n = 1$; $m = m$; $n = n$.

Die Ableitungen sind alle unter dem Gesichtspunkt entwickelt, daß das dreiphasige Relais nur einphasig betrieben wird. Sie lassen sich leicht dahin abändern, daß sie den Fehler zwischen dem zweiphasigen und dreiphasigen Betrieb ergeben. Die Erhöhung der Ausdehnung durch

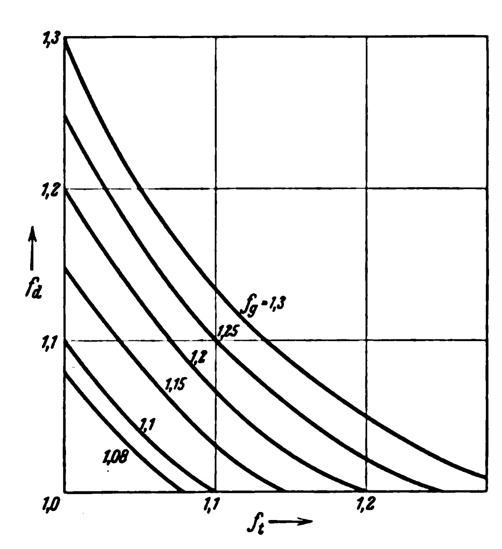


Abb. 4. Kurven zur Feststellung des Gesamtfehlers f_g aus dem Wärmefehler f_t und dem Verformungsfehler f_d.

die Kastenwärme s_t sinkt dann nur noch auf ⅔ des dreiphasigen Wertes, die Verformung steigt auf das 1½fache. Es würde zu weit führen, sämtliche Formeln unter diesem Gesichtspunkt abzuändern. Es sei deshalb lediglich die Gesamtformel genannt, die unter Ausschluß des Einflusses der Feinverstellung und der Nebenschlüsse aufgestellt wurde:

$$f_{g\,2,3} = \sqrt{\frac{s_0 + s_t - s_d}{s_0 + {}^2/_3\, s_t - {}^2/_3\, s_d}}.$$

Die Beziehung zwischen dem Fehler des zweiphasigen Relais und dem des einphasigen Relais ist verhältnismäßig umständlich, so daß sich ihre Ableitung nicht lohnt. Der zweiphasige Fehler ist aber grundsätzlich viel niedriger als der einphasige; denn alle Fehlerwege gehen auf die Hälfte zurück. Da die Werte unter den Wurzeln vorkommen, kann man in roher Annäherung sagen, daß die zweiphasigen Fehler nur gleich dem vierten Teil der einphasigen sind.

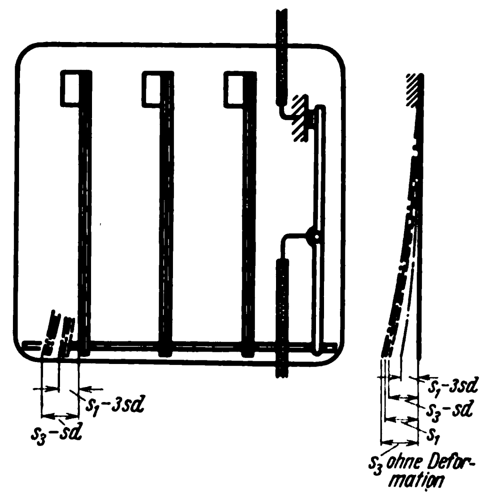


Abb. 5. Auslöser mit Bimetallstreifen.

Wie liegen nun die Verhältnisse bei den beiden am häufigsten gebrauchten Arten der thermischen Auslöser? Die eine Art stellen die Bimetallauslöser nach Abb. 5 dar. Die Wege sind hierin



nochmals angedeutet. Die anderen Ausdehnungselemente führt man entweder als zug- oder druckbeanspruchte Stäbe bzw. zugbeanspruchte Bänder nach Abb. 6 aus. Der Wärmefehler ist zunächst bei allen Konstruktionen vorhanden, nur kann er bei der Anordnung nach Abb. 6 in kleinerem Ausmaß gehalten werden, denn solche Auslöser werden mit verhältnismäßig hoher Oberflächentemperatur betrieben. Ihre Oberfläche ist gegenüber den aus Flachmetall bestehenden Bimetallbändern verhältnismäßig gering, so daß ihre Temperatur schon bei gleichen Wärmeverlusten höher sein wird. Bei solchen Elementen rechnet man mit Oberflächen-Übertemperaturen von etwa 200 °. Es ist nun klar, daß eine Kastentemperatur von beispielsweise 40 °, deren Schwankungen zwischen ein- und dreiphasiger Auslösung etwa 27 ° betragen, von einem wesentlich geringerem Einfluß ist als bei einem Bimetall, dessen Arbeitsübertemperatur beispielsweise bei 60 bis 70 ° liegt.

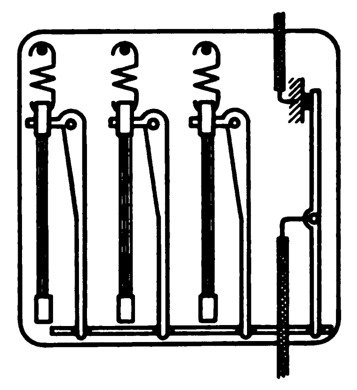


Abb. 6. Auslöser mit Dehnungsbändern.

Ähnlich sind die Verhältnisse auch bei der Verformung. Ein Band nach Abb. 6 wird durch die Schaltkräfte nur auf Zug beansprucht. Die Verformung des Bandes ist damit gering im Verhältnis zum Wärmeweg. Das gilt erst recht bei einem druckbeanspruchten Stab. Anders liegen die Verhältnisse bei Bimetallauslösern. Die Wärmeausdehnung des Bimetalles nimmt umgekehrt proportional seiner Dicke ab, dagegen mit dem Quadrat der Länge zu. Die Durchbiegung durch eine angreifende Kraft wächst mit der 3. Potenz der Länge und umgekehrt mit der 3. Potenz der Dicke. Die beiden Forderungen sind also widersprechend. Verlängert man das Bimetall oder macht man es dünner, beides im Interesse seiner Wärmeausbiegung, dann wächst in noch stärkerem Maße die Durchbiegung. Die Beanspruchung durch die Schaltkräfte erfolgt immer in Richtung der geringsten Ausdehnung des Bimetallstreifens. Mit Verbiegungen muß also in jedem Falle gerechnet werden. Das ist auch der Hauptgrund, daß bei manchen marktgängigen Bimetallauslösern die Verformungsfehler sehr hohe Werte annehmen. Man kann auch Bimetallstreifen für verhältnismäßig geringe Fehlersätze verwenden. Dann muß man sich aber in ihrer Anwendung, vor allen Dingen in ihrer Ausnutzung erhebliche Beschränkungen auferlegen. Verwendet man einen einzigen Bimetallstreifen zur Auslösung, dann zeigt die Rechnung, daß man im Interesse einer hohen Arbeitsleistung mit der Durchbiegung bis zum halben Wärmeweg gehen soll. Bei mehrphasigen Auslösern der beschriebenen Art müssen die Schaltkräfte jedoch viel geringer sein. Wenn der Verformungsfehler, ausgedrückt in dem Wert f_d, einen bestimmten Wert nicht übersteigen soll, dann ergibt sich für den Wert

$$\frac{s_d}{s_0 + s_t} = k$$

bei einem dreiphasigen Bimetallauslöser folgender Ausdruck, wobei $s_0 + s_t$ gleich dem durch die Temperaturerhöhungen von Band und Luft bedingten Ausschlag ist:

$$k = \frac{f_d^2 - 1}{3 f_d^2 - 1};$$

für $f_d = 1{,}05$ ist $k = 0{,}0435$.

Die zulässige Schaltkraft P ist dann

$$P = k\,a\,E\,\frac{b\,d^2}{l}\,\frac{1}{4000}.$$

Der Nettoweg ist

$$s = s_0 + s_t - s_d = \frac{a\,l^2}{d}\,\frac{1-k}{1000},$$

das Arbeitsvermögen

$$P s = k\,a^2\,E \cdot \frac{b\,d\,l\,(1-k)}{4 \cdot 10^6}.$$

An dem Gesamtergebnis für das Arbeitsvermögen der Bimetallauslöser ist als interessant zu bezeichnen, daß dieses Arbeitsvermögen von dem Produkt Länge mal Breite mal Dicke abhängt. Die aufzuwendende Wärme ist aber im wesentlichen durch den Wert Länge mal Breite bedingt. Die Dicke eines Bimetallstreifens spielt für die Wärmeabfuhr praktisch keine Rolle. Ein dickes Bimetallband wird also im allgemeinen bei dem gleichen Energieaufwand das höhere nutzbare Arbeitsvermögen besitzen.

In dem Wert a steckt ebenfalls die Temperatur und damit der Wärmeaufwand. Um einen Auslöser mit möglichst wenig Watt zu betreiben, sind die verschiedenen Mittel in folgender Reihenfolge anzuwenden: Vergrößerung der Dicke, Erhöhung der Temperatur und erst zuletzt Vergrößerung von Länge und Breite.

Beim Vergleich der beiden Auslösearten sind also die genannten Fehlergrößen in erster Linie heranzuziehen. Die Nachprüfung zahlreicher marktgängiger Geräte mit Bimetallauslösern gibt etwa folgendes Bild:

Fehler durch Temperaturschwankung $f_t = 1{,}05$ bis 1,07.

Fehler durch Verformung $f_d = 1{,}05$ bis 1,15. Daraus ergibt sich ein Gesamtfehler f_g von 1,11 bis 1,25.

Demgegenüber kann man bei Band- und Stabauslösern mit folgenden Werten rechnen:

$$f_t = 1{,}05,\ f_d = 1{,}03 \text{ bis } 1{,}07.$$

Hierbei sind die kleineren Werte mit Stabauslösern und Bandauslösern für hohe Stromstärken erzielbar, die größeren gelten für Bandauslöser geringerer Stromstärken. Der Gesamtfehler ist 1,08 bis etwa 1,13.

Grundsätzliche Unterschiede bestehen noch bezüglich des gebräuchlichen Einstellverfahrens. Die meistens vorgesehene Verstellung durch Wegänderung hat, wie bereits genauer ausgeführt, den Nachteil, daß die Eichung auf einem Punkt der Skala immer noch gewisse Fehler bei den Endpunkten möglich macht, die von Stoffkonstanten abhängig sind, vorausgesetzt natürlich, daß man den wirtschaftlich unmöglichen Fall einer besonderen Eichskala für jeden Auslöser ausscheidet. Je kleiner der Regelbereich durch Wegänderung ist, desto kleiner ist auch ein derartiger Fehler. Allgemein ist bei einer Stromregelung auf das m-fache und einer Ausdehnung auf das r-fache des Sollwertes, wobei $r \gtrless 1$, die Stromstärke auf dem äußersten Skalenwert I' statt des Sollwertes $m I_n$; es ist

$$I' = m I_n \sqrt{\frac{m^2 + r - 1}{m^2 r}},$$

so daß die Wurzel das Fehlermaß angibt. Rechnet man beispielsweise mit einem Fehler von + 5 %, also $r = 1{,}05$, bezogen auf den Auslösewert, dann wird bei einem Auslöser für 10 A, regelbar um ± 10 %, also von 9 auf 11 A, der Fehler am Skalenende etwa 0,4 % ausmachen. Würde man denselben Auslöser um ± 50 %, also regelbar von 5 bis 15 A herrichten, dann macht der Fehler am Skalenende schon etwa 2,3 % aus. Demgegenüber läßt sich die Verstellung durch Nebenschlüsse ganz erheblich genauer vornehmen, denn die Nebenschlüsse werden lediglich durch eine Widerstandsprüfung geeicht, genau wie bei Meßinstrumenten auf gleichen Spannungsabfall. Geeignete Fabrikationseinrichtungen gestatten das Abtrennen des Werkstoffes von der Vorratrolle genau in der Länge, die dem gewünschten Widerstandswert entspricht.

Die für Bimetallauslöser angegebenen Formeln zeigen deutlich eine starke Abhängigkeit von den Konstruktions-



daten. Die verschiedenen Einflüsse sind alle von mehr oder weniger hohen Potenzen der Abmessungen abhängig, so daß kleine Maßänderungen bereits große Unterschiede möglich machen.

Zusammenfassung.

Die Genauigkeit der thermischen Auslöser setzt genaue Herstellung und eine gute Konstruktion voraus. Bei letzterer ist vor allen Dingen auf die Vermeidung aller Totgänge, die Genauigkeit der Übersetzungen und dergleichen zu achten. Wichtiger und kostspieliger als die Herstellung ist eine genaue Eichung. Aber all diese Umstände können einige grundlegende Fehlerquellen nicht aus der Welt schaffen. Die grundlegenden Fehler sind bedingt durch die Unterschiede in der Verformung zwischen ein- und dreiphasiger Auslösung und in der schwankenden Gehäusetemperatur. Es wurden Formeln entwickelt, die einen einfachen Maßstab für diese Fehler ermöglichen. Mit Hilfe dieser Formeln läßt sich auch der Einfluß der verschiedenen Regelverfahren auf die Genauigkeit verfolgen. Es zeigt sich, daß Bimetallauslöser gegenüber Dehnungsbändern und Stäben nach beiden Gesichtspunkten schwerer auf hohe Genauigkeit zu bringen sind, insbesondere ist es bei Bimetall notwendig, bei Festlegung der Abmessungen auf das Verhältnis der Verformungswege zu den Arbeitswegen Rücksicht zu nehmen. Einige Formeln, die hierbei von Vorteil sein können, werden angegeben. Abweichungen von diesen Werten wirken sich sehr schnell in erhöhten Fehlern aus.

Die dieselelektrischen Schnelltriebwagen der Deutschen Reichsbahn und ihre Steuerungen.

621. 335. 4. 033. 44 (43) : 621. 337. 1

Die Deutsche Reichsbahn hat in diesem Sommer eine größere Anzahl Schnelltriebwagen auf verschiedenen Linien eingesetzt, nachdem der probeweise Betrieb mit dem „Fliegenden Hamburger"[1]) zur Zufriedenheit der Deutschen Reichsbahn ausgefallen ist. Der Ausnutzungsgrad in bezug auf die Betriebstage betrug bei diesem Wagen 85 %; von 100 Tagen wurden nur 15 für betriebliche Überholungen und Ausbesserungen benutzt.

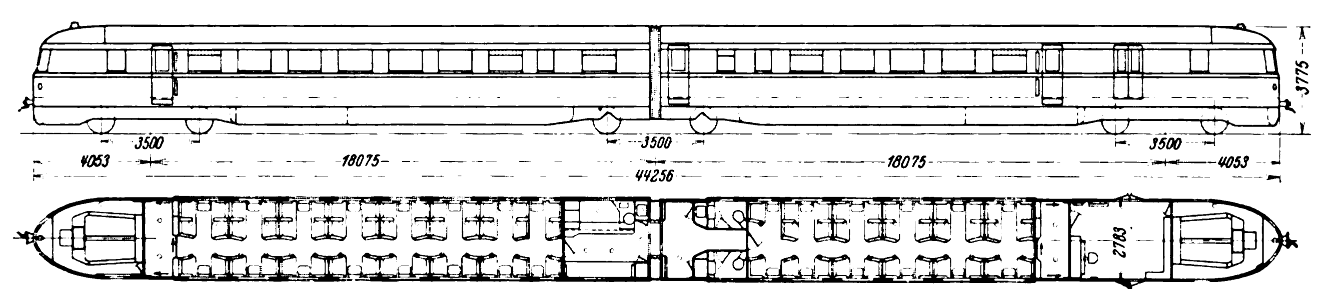


Abb. 1. Dieselelektrischer Schnelltriebwagen der Deutschen Reichsbahn.

Die neuen Wagen, die z. B. kürzlich auf den Strecken Berlin—Köln und Berlin—Frankfurt a. M. eingesetzt wurden, sind sechsachsige Schnelltriebwagen mit je zwei 410 PS-Dieselmotoren für eine Höchstgeschwindigkeit von 160 km/h. In Abb. 1 ist ein solcher Wagen wiedergegeben. Die neuen Doppelwagen sind bei einer Länge von 44¼ m etwa 2 m länger als der „Fliegende Hamburger" und sind auf drei Drehgestellen gelagert, von denen die beiden äußeren die Stromerzeugeranlagen und das mittlere Drehgestell die Motoren trägt. Insgesamt sind in den neuen Wagen 81 Sitzplätze vorhanden. Der Wagen wiegt ohne Fahrgäste und ohne Brennstoff rd. 87 t.

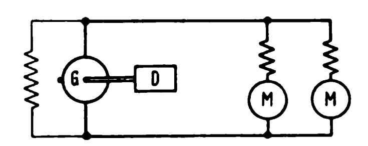
Während bei dem Hamburger Wagen die Gebussteuerung[2]) angewendet wurde, ist für die neuen Wagen vom Reichsbahnzentralamt für Maschinenbau die sogenannte RZM-Steuerung entwickelt worden. Bevor wir diese näher beschreiben, sei kurz auf die zur Zeit bekanntesten Steuerungen eingegangen[3]).

Zur Beschleunigung des Wagens bzw. Zuges aus dem Stillstand heraus bedarf es einer hohen Anfahrzugkraft bzw. Drehmoments der antreibenden Motoren. Mit der Erhöhung der Geschwindigkeit nimmt die Zugkraft immer mehr ab, die Zugkraftkurve hat einen hyperbolischen Verlauf. Das von den im Bahnbetriebe meist verwendeten Reihenschlußmotoren abgegebene Drehmoment ist ungefähr proportional dem aufgenommenen Strom. Bei Triebfahrzeugen mit Energiezuleitung von außen durch Fahrleitung oder dritte Schiene ist die erhöhte Energieaufnahme beim Anfahren oder auf Steigungen ohne weiteres möglich, da das fremde Kraftwerk genügend Reserve besitzt. Bei Triebfahrzeugen mit eigener Kraftquelle liegen die Verhältnisse anders. Da hier infolge der niedrigen Brennstoffkosten der Dieselmotor in den meisten Fällen verwendet wird, kann die aufgenommene Energie nur in geringem Maße erhöht werden. Der Dieselmotor ist bei einigen Ausführungsarten um höchstens 6 bis 10 % überlastbar. Die Folge ist, daß der von dem Dieselmotor angetriebene Generator ebenfalls nur eine gleichbleibende Leistung abgeben kann, d. h. also, daß das Produkt aus Spannung und Strom bei allen Drehzahlbereichen des Dieselmotors möglichst konstant gehalten werden muß. Die Spannung, über den Strom aufgetragen, muß also auch einen hyperbolischen Verlauf ergeben. Benötigen die Fahrmotoren beim Anfahren einen großen Strom, so muß die Spannung klein sein und umgekehrt, bei hoher Geschwindigkeit ist der Strom klein und die Spannung entsprechend groß. Nur durch diese Bedingung ist es möglich, den Dieselmotor voll auszunutzen und nicht zu überlasten. Diese Bedingung muß außer bei der Nenndrehzahl auch bei allen anderen Drehzahlbereichen des Dieselmotors möglichst beibehalten bleiben. Wie erfüllen nun die verschiedenen Steuerungen diese Bedingungen?

Bei der bereits erwähnten Gebussteuerung wird ein selbsterregender Generator genommen, der ohne irgendwelche Regelgeräte seinen Strom an die Fahrmotoren abgibt (Abb. 2). Der Generator ist nur schwach gesättigt, damit beim Anwachsen der Stromstärke beim Anfahren des Wagens die Spannung des Generators schnell abfällt, so daß sich also die vom Verbrennungsmotor geforderte Leistung und die Drehzahl desselben nur in engen Grenzen ändern. Der Generator wird also aus dieser Bedingung heraus größere Abmessungen als ein gewöhnlicher Generator erhalten müssen. Der selbsttätige Regelvorgang geschieht durch die sogenannte „Drückung" der Drehzahl des Dieselmotors[4]).

[1]) ETZ 54 (1933) S. 239 u. S. 411.
[2]) H. Osborne, ETZ 53 (1932) S. 263.
[3]) Vgl. a. H. Koeppen, VDE-Fachberichte 1934, S. 93.
[4]) Siehe Fußnote 2.

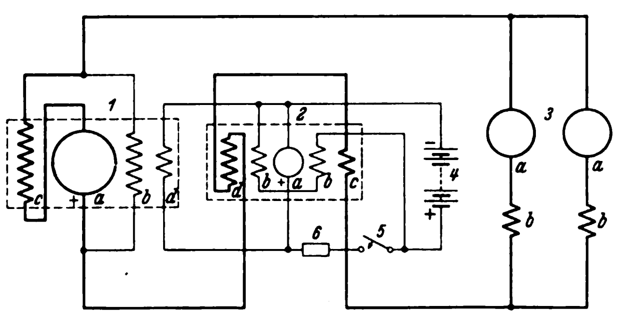
Einen anderen Weg geht die als **Vollastschaltung** bekannte Steuerung. Bei dieser werden außer dem Generator zwei Erregermaschinen verwendet. Durch günstige magnetische Auslegung dieses Satzes wird die gewünschte Generatorkennlinie von vornherein herbeigeführt. Die beiden Erregermaschinen werden bei mittleren



D Dieselmotor
G Generator
M Motoren

Abb. 2. Schaltbild der Gebussteuerung.

Leistungen in **einer** Erregermaschine, der „Spaltpolmaschine", zusammengefaßt, die aus zwei magnetisch vollkommen getrennten Anker- und Ständerhälften besteht. Außer dieser Erregermaschine wird noch eine Batterie benötigt, die zur Fremderregung des Hauptgenerators dient und die gemeinschaftliche Erregung der Spaltpolmaschine speist (Abb. 3). Die Generatorspannung



1 Generator
a Anker
b Nebenschlußfeldwicklung
c Gegenkompoundwicklung
d Fremderregerwicklung
2 Spaltpol-Erregermaschine
a Anker
b Fremderregerwicklung
c Kompoundwicklung
d Gegenkompoundwicklung
3 Fahrmotoren
a Anker
b Feldwicklungen
4 Batterie
5 selbsttätiger Ladeschalter
6 Ladewiderstand

Abb. 3. Schaltbild der Vollastschaltung.

über dem Generatorstrom aufgetragen zeigt bei dieser Schaltung bereits einen hyperbelförmigen Verlauf, wie es der Bahnbetrieb verlangt. Eine Drehzahldrückung des Dieselmotors, die eine nicht vollständige Ausnutzung des Dieselmotors bedeutet, wird also hier vermieden.

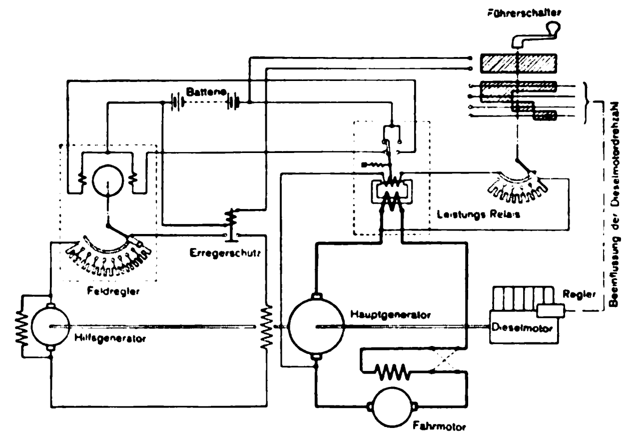
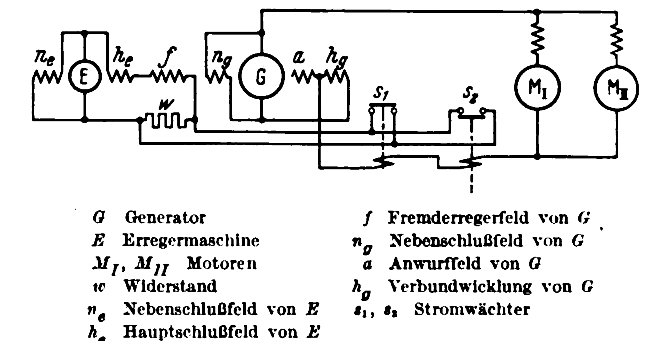


Abb. 4. Schaltbild der Leistungssteuerung.

Die unter dem Namen **Leistungssteuerung** bekanntgewordene Schaltung erreicht die Spannungsänderung des Generators durch Änderung seiner Fremderregung[5]) (Abb. 4). Je nach der durch den Fahrschalter eingestellten Leistung wird über einen nach dem Grundsatz des Wattmeters gebauten Leistungsregler ein Feldregler beeinflußt. Wird z. B. beim Einfahren in eine Steigung der Strombedarf und damit der Leistungsbedarf erhöht, so betätigt das Leistungsrelais einen Kontakt, der den Feldregler in Tätigkeit setzt und das Feld schwächt. Genau umgekehrt ist der Vorgang beim Befahren eines Gefälles. Durch den Führerschalter kann über einen der Spannungsspule des Leistungsrelais vorgeschalteten Widerstand die gewünschte Leistung eingestellt werden. Wie auf dem Schaltbild angedeutet ist, wird gleichzeitig mit dieser Einstellung auch die Dieselmotordrehzahl durch Brennstoffregelung vom Fahrschalter aus beeinflußt.

Die für die neuen Schnelltriebwagen der Deutschen Reichsbahn benutzte **RZM-Steuerung**[6]), die jetzt allgemein bei künftigen Lieferungen für die DRG eingeführt werden soll, benötigt zur Leistungsregelung ähnlich wie bei der Gebussteuerung die Drehzahldrückung des Dieselmotors. Wie aus Abb. 5 hervorgeht, ist mit dem



G Generator
E Erregermaschine
M_I, M_{II} Motoren
w Widerstand
n_e Nebenschlußfeld von *E*
h_e Hauptschlußfeld von *E*
f Fremderregerfeld von *G*
n_g Nebenschlußfeld von *G*
a Anwurffeld von *G*
h_g Verbundwicklung von *G*
s_1, s_2 Stromwächter

Abb. 5. Schaltbild der RZM-Steuerung.

Generator *G* eine Erregermaschine *E* gekuppelt. Der Hauptgenerator besitzt drei verschiedene Wicklungen, *f* Fremdwicklung, n_g Selbsterregung im Nebenschluß und h_g eine Verbundwicklung in Gegenschaltung. Die Wicklung h_g liegt im Ankerstromkreis des Hauptgenerators und wird mit dem Anwachsen des von den Motoren geforderten Stromes die von den Wicklungen *f* und n_g herrührende Erregung schwächen. Die äußere Kennlinie dieses Generators ist in Abb. 6 durch die Linie *I* dargestellt. Die Spannung fällt demnach stark mit wachsender Stromstärke, doch hat diese Linie noch keinen hyperbolischen Verlauf. Ein derart ausgelegter Generator hat aber eine andere Eigenschaft, die ihn für unsere Zwecke nützlich erscheinen läßt. Bei gesteigerter Leistungsanforderung und Drehzahlabfall des Dieselmotors (Drückung) vermindert sich in noch stärkerem Maße die Generatorspannung bzw. -leistung und der Maschinensatz fängt sich bei einer Drehzahl, die nur um ein geringes tiefer liegt (Drückung im Bereich *A* bis *B*). Da aber eine Drückung keine volle Leistungsausnutzung des Dieselmotors bedeutet, hat die Deutsche Reichsbahn bei der RZM-Steuerung eine Einrichtung vorgesehen, die es ermöglicht, den Drehzahlabfall des Motors noch herabzusetzen. Innerhalb des Bereiches *C*, *D* (Abb. 6) wird durch die in Abb. 5 dargestellten Stromwächter s_1, s_2 die Erregung des Generators weiter geschwächt. Bei gleicher Drehzahl erhält man somit die neue Spannungskurve *II*. Die Fläche der Überschneidung wird dadurch erheblich

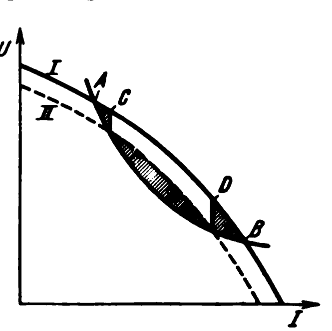


Abb. 6. Kennlinien des Generators nach der RZM-Steuerung.

[5]) Elektr. Bahnen 10 (1934) S. 255 u. 265.

[6]) Elektr. Bahnen 10 (1934) S. 239.



verkleinert und damit der Leistungsverlust. Das Einschalten der Stromwächter geschieht vollkommen selbsttätig in Abhängigkeit von der Stromstärke des Generators. Der Stromwächter s_2 besitzt Arbeitskontakte und ist so eingestellt, daß er im Punkte D abfällt, während der mit Ruhestromkontakten ausgerüstete Stromwächter s_1 im Punkte C abfällt. Wenn beim Anfahren die höchste Generatorstromstärke auftritt, ziehen beide Stromwächter an, der Stromwächter s_2 überbrückt den Feldwiderstand w. Bei zunehmender Fahrgeschwindigkeit und damit abnehmender Stromstärke fällt der Stromwächter s_2 ab, der somit den Feldschwächungswiderstand w in den Fremderregerkreis des Generators einschaltet, und zwar beim Punkt D. Beim Punkt C fällt auch der Stromwächter s_1 ab und überbrückt wieder den Zusatzwiderstand, um somit das Feld wiederum zu verstärken. Die Dieselmotorleistung wird also vollständig unabhängig von dem Führer des Wagens durch selbsttätige Steuerung gleichgehalten. Der Führer hat nur die Möglichkeit, die Leistung des Dieselmotors zu beeinflussen, um verschiedene Fahrbereiche des Wagens einstellen zu können. Dies wird erreicht durch einen elektrischen Verstellmotor und, da die Wagen auch von einem Beiwagen oder von einem zweiten bzw. dritten Triebwagen aus gesteuert werden sollen, durch elektrische Fernsteuerung. Das Anlassen des Dieselmotors geschieht durch die Anwurfwicklung des Generators mit Hilfe einer Batterie, die auch die anderen Hilfsstromkreise, wie Beleuchtung, Luftverdichter usw., mit Strom versorgt.

Die für die RZM-Steuerung benötigten Geräte werden zum größten Teil in einem besonderen Kasten, der unter dem Wagen angebracht ist, zusammengefaßt. Die verwendeten Schützen haben bei großer Schaltleistung verhältnismäßig kleine Abmessungen, da die Magnetspulen mit Quarzmasse isoliert sind, die besonders gute Wärmeleitfähigkeit besitzt[7]). Die erwähnten Stromwächter sind elektrodynamischer Bauart. In einem topfförmigen Gehäuse ist eine feste Spule untergebracht (Abb. 7). Eine Schwingspule befindet sich in dem ringförmigen Luftspalt zwischen Topf und Kern. Durch beide Spulen fließt der Motorstrom. Die bewegliche Spule bewegt sich quer zum Verlauf der Kraftlinien und schließt und öffnet damit die Kontakte. Durch die bewegliche Spule wird der magnetische Fluß nicht beeinflußt, außerdem können störende Remanenzwirkungen nicht auftreten, so daß die Ansprechgenauigkeit dieser Stromwächter sehr groß ist und unabhängig davon, ob wir es mit einem fallenden oder steigenden Strom zu tun haben. — Der mit Totmann-Kurbel versehene Führerschalter hat auf der Hauptwalze eine Leerlaufstellung und fünf Leistungsstellungen für den Dieselmotor. Außer der Hauptwalze ist noch eine Fahrtrichtungswalze im Fahrschalter vorgesehen. Beide Walzen sind gegeneinander verriegelt.

Von den beschriebenen sechsachsigen Schnelltriebwagen für 160 km/h Höchstgeschwindigkeit mit je zwei 410 PS-Dieselmotoren sind 13 Stück im Betrieb[8]) bzw. im Bau. Außerdem hat die DRG 103 vierachsige dieselelektrische Triebwagen mit je einem 410 PS-Dieselmotor für eine Höchstgeschwindigkeit von 110 km/h im Bau bzw. in Betrieb, die ebenfalls dieselbe Steuerung erhalten. Ferner hat die Deutsche Reichsbahn zwei achtachsige Schnelltriebwagen mit je zwei 600 PS-Dieselmotoren für eine Höchstgeschwindigkeit von 160 km/h im Bau. Die sechs- und achtachsigen Schnelltriebwagen können bis zu drei Einheiten zusammengekuppelt und von einem Führerstand aus gesteuert werden. Die vierachsigen dieselelektrischen Wagen können zu vier Wagenzügen, bestehend aus zwei Triebwagen und zwei Steuerwagen, gekuppelt werden. Die Wagen sind dementsprechend mit 32poligen Steuerstromkupplungen der Einheitsbauart der DRG ausgerüstet. H. Hasse VDE.

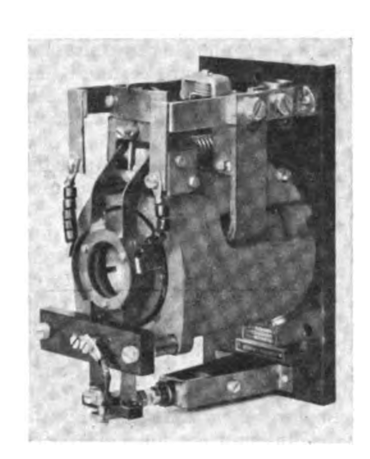


Abb. 7. Stromwächter.

[7]) ETZ 55 (1934) S. 1193; 56 (1935) H. 38, S. 1053.

[8]) ETZ 56 (1935) H. 30, S. 846.

UMSCHAU.

Das Fernmeldewesen im ersten Halbjahr 1935.

621. 39

I. Zwischenstaatliche Zusammenarbeit.

Das erste Halbjahr[1]) 1935 war nicht reich an wichtigen internationalen Besprechungen auf dem Gebiete des Nachrichtenwesens. In der Berichtszeit tagte eine „Commission restreinte" des CCIF (Comité consultatif international téléphonique) in Paris und befaßte sich mit der Besprechung der Antworten, die durch die verschiedenen Verwaltungen auf eine Reihe tariflicher und betrieblicher Fragen erteilt worden waren. Sechs Verwaltungen, darunter auch Deutschland, hatten Vertreter in diese engere Kommission entsandt. Die Besprechungen fanden in der ersten Hälfte des April statt. Eigentlicher Zweck war, den Stoff, der im September der 6. und 7. Kommission vorgelegt werden soll, im engeren Kreise einer Vorprüfung zu unterziehen.

Zu erwähnen ist ferner die Brüsseler Verhandlung des IEC-Ausschusses 3 (24. bis 26. 6. 1935). Dort wurden die von der IEC im Jahre 1930 angenommenen Schwachstrombildzeichen im Unterausschuß B überprüft. Die Arbeiten waren durch einen gemischten Ausschuß vorbereitet worden, der am 11. 6. in Bern tagte. Die Beschlüsse des Unterausschusses B wurden am 26. 6. in gemeinsamer Sitzung mit dem Unterausschuß A (Starkstrombildzeichen) mit belanglosen Änderungen angenommen[2]). Ergebnis: Eine neue Liste der Schwachstrombildzeichen.

II. Technik.

Die Technik des Fernschreibteilnehmer-Verkehrs ist zu einem gewissen Abschluß gekommen; seitens der beteiligten Verwaltungen wird nun die Ausbreitung dieser Verkehrsart in jeder Beziehung gefördert. Mit Rücksicht auf die verlangte Betriebssicherheit und Betriebsbereitschaft werden fast allgemein besondere Leitungsverbindungen (einschließlich der Anschlußleitungen) hierfür bereitgestellt. Die Fernsprechverbindungen werden für den Fernschreibverkehr vor allem dort nutzbar gemacht, wo eine Möglichkeit zum Fernschreiben zwar erwünscht ist, der geringe Verkehrsumfang es jedoch unzweckmäßig erscheinen läßt, eigentliche Fernschreibleitungen vorzusehen. Um besondere Betriebssicherheit zu erzielen, werden in Holland den Inhabern von Fernschreib-Mietleitungen auch Einrichtungen für Einton-Telegraphie zur Verfügung ge-

[1]) Bericht über das zweite Halbjahr 1934: ETZ 56 (1935) H. 26, S. 725.

[2]) Vgl. ETZ 56 (1935) H. 42, S. 1161.



stellt, mit denen der Verkehr über Fernsprechverbindungen abgewickelt werden kann, falls einmal die Schreibleitungen gestört sein sollten.

Am 12. 3. verstarb Michael Pupin, Professor der Elektrophysik an der Columbia-Universität in New York. Seine Lebensarbeit wurde an dieser Stelle bereits gewürdigt[3]).

Neuere Untersuchungen über hochwertige ferromagnetische Stoffe, die als Baustoffe für Pupinspulenkerne geeignet sind, haben die Herstellung eines reinen Eisenpulvers ermöglicht, das ohne Zusatz anderer Metalle, wie bei den bekannten Eisen-Nickel-Legierungen, lediglich infolge eines besonderen Behandlungsverfahrens hohe magnetische Stabilität besitzt.

Die in der letzten Übersicht erwähnten Versuche mit konzentrischen Kabeln (Einleiterkabeln) zur Übertragung sehr breiter Frequenzbänder (Fernsehen bzw. gleichzeitige Übertragung einer großen Anzahl von Ferngesprächen mittels Trägerstromverfahrens) gehen Hand in Hand mit der Entwicklung entsprechender Breitbandverstärker und der notwendigen Meßgeräte zur Untersuchung derartiger Anlagen[4]). Einige Presseangaben über eine Fernsehkabelanlage des Auslandes, wie sie beispielsweise zwischen New York und Philadelphia ausgeführt wird, geben ein Bild von den dortigen Einrichtungen und der anderwärts erreichten Leistungsfähigkeit. Für jede Übertragungsrichtung ist danach ein besonderer Stromkreis vorgesehen, der aus einem Kupferrohr gebildet wird, in dessen Achse durch Gummischeiben ein Kupferdraht gehalten wird. Zwei solche Stromkreise sind zusammen mit noch einigen Fernsprechkreisen normaler Bauart in einem gemeinsamen Bleimantel untergebracht. Verstärker müssen in Abständen von 16 km eingeschaltet werden, wenn ein Frequenzband von einer Million Hz übertragen werden soll. Unter Zugrundelegung eines Frequenzbereiches von 4000 Hz für jeden Fernsprechweg lassen sich im ganzen rund 200 Verbindungen unterbringen. Mit dem erwähnten Frequenzbereich bildet die Anlage gleichzeitig ein hochwertiges Übertragungssystem für Fernsehsendungen. Geplant wird, die Verstärker in Kabelschächten gewöhnlicher Bauart unterzubringen.

Auf Grund des Vergleiches verschiedener Verfahren zur trägerfrequenten Ausnutzung der leichtbelasteten Fernkabeladern wird z. Z. an der für die endgültige betriebsmäßige Einführung notwendigen Vereinheitlichung gearbeitet. Die Untersuchungen werden an einer besonderen für diese Zwecke eingerichteten Versuchsstrecke des deutschen Fernkabelnetzes vorgenommen.

Nach den günstigen Erfahrungen, die von der Deutschen Reichspost mit der Drahtfunkversuchsanlage in Berlin gemacht wurden, wird demnächst mit der Versorgung größerer Gebiete nach derselben Verteilungsart begonnen werden[5]).

Die Weiterentwicklung des Fernsehens mit dem Ziel, diese neue Technik zur Ergänzung des Rundfunks bald allgemein einzuführen, wird vor allem in Deutschland und England vorwärtsgetrieben. Im Zusammenhang hiermit wurde in Berlin am 22. 3. der erste regelmäßige Fernsehprogrammbetrieb eröffnet. Die Fernsehanlagen des Reichspostzentralamts wurden durch einen Lichtstrahl-Abtastsender erweitert, der die Übertragung durch unmittelbare Abtastung von Personen, Gegenständen und Vorgängen nicht allzugroßer räumlicher Ausdehnung gestattet. Auf der Tagung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker im Juni wurde erstmalig in Hamburg eine Gegensehanlage vorgeführt, die bei Ferngesprächen gleichzeitig ein gegenseitiges Sehen ermöglicht[6]). In den V. S. Amerika will man Empfangsgeräte erst dann im größeren Umfange herstellen und vertreiben, wenn die technische Entwicklung zu einem gewissen Abschluß gekommen ist. Man scheint in Amerika mit höheren Zeilenzahlen (250 bis 350 gegenüber allgemein 180 in Europa) arbeiten zu wollen, wodurch die Schwierigkeiten auf dem Gebiet der Übertragungstechnik naturgemäß erheblich wachsen.

[3]) ETZ 56 (1935) H. 16, S. 470.
[4]) ETZ 56 (1935) H. 46, S. 1245.
[5]) ETZ 56 (1935) H. 6, S. 121.
[6]) ETZ 56 (1935) H. 28, S. 785.

III. Verkehr und Organisation.

Der Umfang des deutschen Telegrammverkehrs, der gegenüber dem Vorjahr kaum eine Änderung erfahren hat, läßt erkennen, daß die Zunahme des Nachrichtenverkehrs ausschließlich dem Fernsprecher zugute kommt, während im Telegrammverkehr (gemessen an dem allgemeinen Verkehrsaufschwung) die rückläufige Bewegung bestehen bleibt. Das Bild des europäischen Auslandsverkehrs entspricht in dieser Beziehung durchaus dem des innerdeutschen Verkehrs. Im Überseeverkehr auf den deutschen Funklinien ist dagegen in letzter Zeit kein Rückgang zu verzeichnen, woraus man unter Berücksichtigung der Fernsprechentwicklung entnehmen kann, daß über sehr große Entfernungen der Telegraph seine Stellung gegenüber dem Fernsprecher zunächst noch behauptet. Daß z. B. in England ähnliche Verhältnisse vorliegen, beweisen neue Maßnahmen der englischen Postverwaltung, nämlich eine seit kurzem vorgenommene Gebührensenkung für Inlandstelegramme, die anderseits ergänzt wurde durch die Schaffung einer billigen Fernsprechmöglichkeit nach Nordamerika (Nachttarif).

Seit der in der letzten Umschau erwähnten Eröffnung der Bildstelle in Köln ist der Bildtelegraphenverkehr zwischen Köln und folgenden Orten aufgenommen worden: Rom, London, Wien, Stockholm, Oslo, Kopenhagen und Brüssel. Nach dem Anschluß Belgiens erstreckt sich das europäische Bildtelegraphennetz nunmehr über elf Länder. Neben den Bildstellen für den öffentlichen Verkehr wächst die Zahl der privaten Bildstellen ständig. Es handelt sich meist um Einrichtungen bei Zeitungsunternehmungen, die größtenteils nur zum Empfang eingerichtet sind.

Die Entwicklung des deutschen Fernsprechwesens ist durch den Zugang von 180 000 Sprechstellen innerhalb der letzten zwölf Monate gekennzeichnet. Der gesamte Gesprächsverkehr hat in der gleichen Zeit um etwa 3 % zugenommen.

Das deutsche Fernkabelnetz wurde in normalem Schrittmaß weiter ausgebaut.

Im März wurde der Funkfernsprechverkehr zwischen Deutschland und Japan über eine Entfernung von 9000 km aufgenommen. Gleichzeitig wurde der Verkehr zwischen Japan und Großbritannien eröffnet. Über die Funklinie London — Kapstadt können jetzt Gespräche zwischen Deutschland und Nord- sowie Süd-Rodesia abgewickelt werden. Als erste russische Auslands-Funkfernsprechverbindung wurde eine Linie Moskau—Paris in Betrieb genommen.

Eine Übersicht über den Stand des Weltfernsprechwesens am 1. 1. 1934 zeigt, daß der Rückgang im Jahre 1932 überall mit Ausnahme von Nordamerika zum Stehen gekommen ist. Sowohl Europa wie auch Asien hatten im Jahre 1933 einen erheblichen Zugang an Sprechstellen zu verzeichnen. Dennoch wirkt die gleichzeitige Abnahme von über 750 000 Sprechstellen in Nordamerika sich so aus, daß die Weltziffer am Ende des Jahres 1933 mit 32,5 Mill Sprechstellen unter der des Jahres 1932 liegt.

Die Zahl der Rundfunkteilnehmer hat in Deutschland — gegenüber der gleichen Zeit des Vorjahres — um etwa 1 200 000 zugenommen, obgleich der Abgang in den Sommermonaten zahlenmäßig erheblich ist. Die Gesamtzahl betrug am 1. 7. rd. 6,5 Mill. Neue Bestimmungen über den Betrieb von Versuchsfunksendern durch Funkfreunde sind durch das Reichspostministerium erlassen worden.

Der Rundfunksender Heilsberg ist auf 100 kW verstärkt und gleichzeitig mit einer schwundmindernden Antenne ausgerüstet worden. Mit Beginn des Jahres wurde der Ultrakurzwellensender Witzleben auf der Welle von 7 m für die regelmäßige Übertragung von Rundfunkprogrammen eingesetzt. Im März wurde mit programmäßigen Fernsehübertragungen über diesen Sender begonnen. Neben dem Fernsehkinosender wurde hierfür der neue Lichtstrahl-Abtastsender für unmittelbare Übertragungen eingesetzt. Um die Allgemeinheit mit den Leistungen des Fernsehens vertraut zu machen, wurde gleichzeitig eine öffentliche Fernsehstelle in Berlin eingerichtet, in der jedermann die Sendung des ersten programmäßig arbeitenden Fernsehsenders sehen konnte. Am Ende der Berichtszeit waren im Empfangsbereich des Fernsehsenders bereits mehrere Fernsehstellen der DRP in Betrieb, darunter eine in Potsdam. F. Gladenbeck, Berlin.

RUNDSCHAU.

Leitungen.

621. 315. 14. 017. 72 : 621. 364. 13 **Einfluß des Windes auf die Leitertemperatur von stromgeheizten Freileitungsseilen.** — Bei dem Heizen von Freileitungsseilen zur Verhütung von Rauhreifbildung bzw. zur Rauhreifabheizung muß man dafür sorgen, daß die Temperatur der Freileitungsseile oberhalb des Gefrierpunktes bleibt. Die zu diesem Zweck erforderliche Stromstärke bei ruhender Luft läßt sich nach bekannten Beziehungen[1]) ermitteln. Ist jedoch stärkere Luftbewegung zu erwarten, so kann der Wind die Seile zusätzlich abkühlen, so daß u. U. ein Absinken der Seiltemperatur unter 0 ° zu befürchten ist, wodurch der Erfolg der ganzen Heizung in Frage gestellt werden kann.

Der Einfluß des Windes auf eine durch Strombelastung hervorgerufene Temperaturerhöhung von Freileitungsseilen wurde an dem Massachusetts Institute of Technology an zwei Cu-Seilen von 105 und 180 mm² (19- und 37adrig) untersucht. Ein Seilstück von etwa 18 m Länge war in einem Windkanal von 2,25 m Dmr. aufgehängt. Die Seiltemperaturen wurden mit Thermoelementen bei verschiedenen Strombelastungen und Windgeschwindigkeiten im Bereiche von 8 bis 80 km/h gemessen. Aus den Meßergebnissen wird gefolgert:

1. daß die Temperaturerhöhung über die umgebende Luft etwa verhältnisgleich dem Quadrate des Leiterstromes ansteigt und
2. daß mit wachsender Windgeschwindigkeit die Temperaturerhöhung durch die Stromheizung geringer wird. Das Ausmaß der Temperaturbeeinflussung durch den Wind ist von Abmessungen und Oberfläche des Seiles abhängig.

Es ergibt sich folgende Beziehung:

$$\Theta = k \frac{I^2 R}{d V^n}$$

Hierin bedeuten:

Θ Temperaturerhöhung, d Außendurchmesser des Seiles
k Festwert, V Windgeschwindigkeit
I Leiterstrom, n Exponent
R Leiterwiderstand

Die Größe des Exponenten n hängt von der Art der Luftströmung ab. Für laminare Strömung wird $n = 0{,}5$ und für turbulente Strömung gilt $0{,}5 < n < 1$. Die Wärmeabfuhr ist also bei turbulenter Strömung größer. Bei schwachen Winden und bei massiven runden Drähten kann laminare Strömung angenommen werden und der Windexponent wird annähernd gleich 0,5. Bei größeren Windgeschwindigkeiten und bei Seilen, die aus mehreren Einzeldrähten bestehen, entsteht wegen der unregelmäßigen Oberfläche Turbulenz. Der Exponent n steigt dann nicht unbeträchtlich an. Der Höchstwert dürfte bei 1 liegen. Für jedes Seil ist der Exponent n je nach dem Querschnitt und der Oberfläche verschieden. Bei den untersuchten Seilen ergab er sich zu 0,85 bzw. 0,76. [H. Gaudefroy u. K. H. Lippitt, Gen. electr. Rev. 38 (1935) S. 373.] *Lk.*

[1]) K. Halbach, ETZ 54 (1933) S. 33.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 785 **Prüfungen und Beglaubigungen.** — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung: Nr. 392[2]).

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, wird dem System [45] folgende Elektrizitätszählerform als Zusatz eingereiht:

[2]) Reichsministerialblatt 1935, S. 776.

Zusatz zu System [45], die Form UN4, Elektrolytzähler für Gleichstrom,

hergestellt von dem **Glaswerk Schott & Gen.** in Jena.

Berlin-Charlottenburg, den 13. September 1935.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
In Vertretung: Gehrcke.

Beschreibung[1]):

Die durch die Bekanntmachung Nr. 341[2]) zur Beglaubigung zugelassenen Elektrolytzähler für Gleichstrom der Form UN 4 können auch für die nachstehend angegebenen Meßbereiche beglaubigt werden:

Nennstromstärke	Nennspannung	Meßbereich	Spannungsabfall am Nebenwiderstand bei Nennstrom	Zellenstrom bei Nennstrom
A	V	kWh	V	A
20	200—250	2000	etwa 0,66	etwa 0,0075
20	100—125	1000	etwa 0,66	etwa 0,0075

Der Nebenwiderstand der Zähler besteht aus Manganinband. Der Spannungsabfall (und damit die Ganggeschwindigkeit der Zähler) ist mittels einer auf einer Schleife des Nebenwiderstandes verschieb- und feststellbar angeordneten Gleitklemme auf den richtigen Wert einzustellen.

Der den Nebenwiderstand enthaltende hintere Gehäuseteil ist der Größe des Nebenwiderstandes entsprechend breiter, als dies bei den bisher zugelassenen Ausführungen der Zähler der Form UN 4 der Fall ist.

[1]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 392 der PTR. Zu beziehen durch die Frankh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[2]) ETZ 54 (1933) S. 1120.

621. 386. 014. 1 : 537. 533. 72 **Untersuchung der Elektronenverteilung im Brennfleck von Röntgenröhren mit dem Elektronenmikroskop.** — Zur Beurteilung der Elektronenstromverteilung im Brennfleck

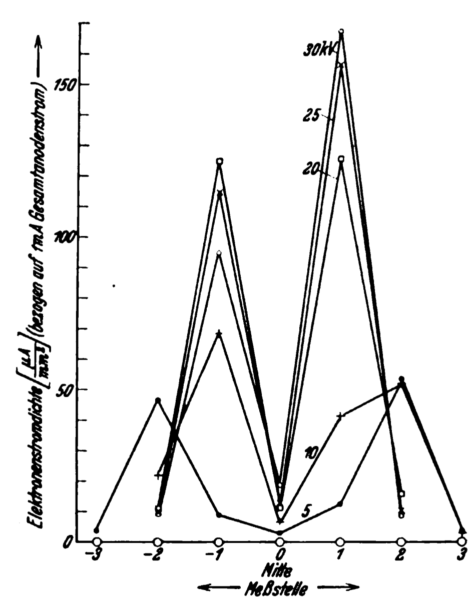


Abb. 1. Stromverteilung einer Röntgenröhre bei verschiedenen Anodenspannungen.

von Röntgenröhren wurde bisher ausschließlich die Lochkameraaufnahme der erzeugten Röntgenstrahlen benutzt;

eine mengenmäßige Ermittlung der Elektronenstromdichte nach diesem Verfahren ist praktisch unmöglich. Dosse und Knoll beschreiben nun eine Meßanordnung, die eine genauere und absolute Bestimmung der Elektronenstromdichte mit Hilfe der elektronenoptisch vergrößerten Abbildung einer in der Antikathodenebene angebrachten Kreuzlochblende gestattet, wobei die Stromstärke der Einzelstrahlen nacheinander durch magnetische Ablenkung in einen Faradaykäfig bestimmt wird. Abb. 1 zeigt die so aufgenommene Stromverteilung im kreisringförmigen Brennfleck einer Diagnostik-Röntgenröhre bei verschiedenen Anodenspannungen. Die Elektronenverteilung wird, besonders bei niedrigen Anodenspannungen, stark vom magnetischen Feld des Kathodenheizstromes beeinflußt, das neben dem elektrischen Feld zwischen Kathode und Antikathode als zusätzliche sammelnde Elektronenlinse wirkt. Ziel der Arbeit ist die für die Bemessung von Röntgenröhren wichtige Untersuchung des elektronenoptischen Zusammenhanges zwischen Kathodenform und Elektronenbelegung im Brennfleck. [J. Dosse u. M. Knoll, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 10, S. 729.]

Elektrowärme.

621. 367 : 621. 791 (44) **Der Stand der elektrischen Bogenschweißung in Frankreich.** — Seitdem in Frankreich fast ausschließlich mit umhüllten Stäben geschweißt wird, hat sich der einphasige Schweißtransformator — die bisher auch dort gebauten Drehstromtransformatoren haben nicht befriedigt — durchgesetzt. Wo geringe Anschlüsse vorliegen, wird sein Leistungsfaktor durchweg durch parallelgeschalteten Kondensator verbessert. Gleichstrommaschinen werden nur noch dort verwendet, wo erforderlich, z. B. bei Antrieb durch Kraftmotor, während in Deutschland noch die Gleichstrommaschine vorherrscht und noch viel mit blanken oder Seelendrähten geschweißt wird. Gleichrichter sind noch selten im Gebrauch. Die hohen Gütewerte der Schweißen mit Mantelstäben sind unseren ziemlich gleich. Das Pariser Schweißinstitut ist die zentrale Bildungsstätte für Schweißer. Hier werden auch die Schweißer für das Heer, die Bahnen und sonstigen Behörden herangebildet. Für die selbsttätige Bogenschweißung sind nach amerikanischen Vorbildern verschiedene Schweißköpfe ausgebildet worden. Die Elektroden dazu sind entweder umhüllt und tragen eine Spiraldrahtumwicklung zur Stromzufuhr, oder die Umhüllung geschieht erst nach dem Austritt des Blankdrahtes aus dem Schweißkopf (Blank- und Seelendrähte scheint man auch hierbei nicht zu verwenden!). Schließlich werden noch gewöhnlich umhüllte Stäbe an eine endlose Kette geklemmt, die im Schweißkopf gesteuert wird. Die Arcatomschweißung (nach dem Langmuir-Verfahren) wird für dünne Bleche genau so angewandt wie bei uns und in Amerika; für dicke Bleche dagegen wird das Safatomgerät verwendet, das mit drei Wolframstäben arbeitet, die von einem Drehstromtransformator gespeist werden. Dieses Verfahren ist in Deutschland nicht bekannt. Auch Kohlebogen-Schweißköpfe mit magnetischem Gebläse und mit Schutzgas sind im Gebrauch. Die behördlichen Vorschriften für die Anwendung der Schweißung im Stahl-, Brücken-, Schiff- und Dampfkesselbau sind ähnlich den unseren und amerikanischen, nur daß hier von St 42 und St 54 (nicht St 37 und St 52) die Rede ist und die verlangten Kerbzähigkeiten auf die Mesnager- und die U. F.-Probe bezogen sind. Die Biegeprobe wird wie bei uns gemacht und bewertet. Auch in Frankreich hat die elektrische Bogenschweißung die autogene Schweißung stark verdrängt, besonders bei Blechstärken über 4 mm. Die elektrische Dünnblechschweißung wie in Deutschland scheint noch nicht gebräuchlich. Auch dort ist die Aufwärtsentwicklung noch im Fluß und hat für die Zukunft beste Aussichten. [M. J. Brillié, M. G. Languep, Bull. Soc. franç. Electr. 5 (1935) S. 811 u. 925.] *J. C. F.*

Verkehrstechnik.

621. 398 : 656. 1. 05 **Fahrzeuggesteuerte Straßenverkehrsregelung.** — Eine Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile einer Straßenverkehrsregelung durch Verkehrsbeamte oder elektrisch gesteuerte, zeitabhängige Signale (Lichtsignale) ergab gemäß eingehender Studien in England folgendes Bild:

Zeichengabe durch Verkehrsbeamte.

Vorteile:	Nachteile:
Denkendes Eingreifen.	Geringe Sichtbarkeit.
Anpassungsfähigkeit.	Persönliche Zeichen (d. h. solche Zeichen, daß oft nur ein Teil der Straßenbenutzer sie auf sich bezieht).
Den Erfordernissen richtig Rechnung tragende Zeichen.	Nicht immer verständlich.
Sofortiges Befolgen.	Warten auf Nachzügler.
	Unterschiedliche Autorität.
	Beherrschung nur des Verkehrs im Gesichtskreis.
	Hohe Unkosten.
	Keine Möglichkeit eines Zusammenwirkens der Reglung an verschiedenen Straßenkreuzungen.

Zeichengabe durch zeitabhängige Signale.

Vorteile:	Nachteile:
Weite Sichtbarkeit.	Ursache zu unnötigen Aufenthalten.
Zusammenfassung von Signalen nach allen Seiten.	Unterschiedliche Beachtung, weil Signale nicht anpassungsfähig und nicht schnellen Verkehrsdichteänderungen folgend.
Schnell erfaßbar.	„Gefährliche" Signale (weil den Erfordernissen manchmal gerade entgegenstehend).
Unpersönlich.	Signale übertretbar.
Einfluß auch auf weiteren Umkreis.	
Niedrige Kosten.	
Zuordnungsmöglichkeit mehrerer Verkehrssignale an verschiedenen Kreuzungen.	

Die Vorteile beider Verfahren lassen sich vereinigen und die Nachteile im wesentlichen vermeiden durch fahrzeuggesteuerte Lichtsignalanlagen (mit Bodenkontaktschwellen), wenn diese nach bestimmten, an einem genau dargelegten Beispiel erläuterten Gesichtspunkten aufgebaut werden[1]). Die wichtigste Forderung hierbei, die heute auch praktisch mit diesen Anlagen erfüllbar ist, heißt: Wartender Querverkehr muß stets durch die erste Lücke, die in dem sich gerade bewegenden Verkehrsstrom auftritt, hindurchgeleitet werden, oder gemäß dem notwendigen Wechsel nach Ablauf einer vorbestimmten Höchstwartezeit freie Durchfahrt erhalten. Die Höchstwartezeit muß eine den örtlichen Verhältnissen angepaßte geringste Verkehrsverzögerung bedingen. Die Entwicklung zu immer vollkommeneren Systemen dieser Art schreitet zusehends vorwärts und richtet sich immer mehr auf im Verkehr zusammenhängende größere Stadtgebiete als auf Einzelplätze, wobei mehr und mehr die Schaltelemente der Selbstanschluß-Fernsprechtechnik in die Technik dieser Anlagen übernommen werden. In der anschließend veröffentlichten umfangreichen Aussprache ist auch auf die bereits praktisch in großem Maßstab durchgeführte Verwendung von vorhandenen Fernsprechleitungen und Schaltelementen der Fernsprechtechnik bei der (von einer deutschen Firma erbauten) Straßenverkehrs-Signalanlage in Amsterdam als vorbildliche Pionierarbeit zur Lösung dieses Problems hingewiesen. [T. P. Preist, J. Instn. Electr. Engr. 77 (1935) S. 149.] *Kdn.*

Landwirtschaft.

621. 34 : 631. 312 (44) **Elektrisches Pflügen in Frankreich.** — Während elektrische Pflüge in England nur in wenigen Betrieben verwendet werden, sind auf diesem Gebiete in Frankreich und Nordafrika bemerkenswerte Erfolge erzielt worden. Hier werden seit etwa 10 Jahren jährlich 15 000 bis 20 000 ha mit gutem, wirtschaftlichem Erfolge elektrisch gepflügt. Man verwendet dazu nach dem Zweimaschinensystem arbeitende Pflugsätze, wie sie in Deutschland vom Dampfpflug her bekannt sind: An den beiden Feldrändern stehen zwei Seilzugmaschinen, und zwischen beiden läuft ein Kipp-Pflug hin und her. Der elektrische Pflug ist in Frankreich durchaus in der Lage, mit der Zugmaschine in Wettbewerb zu treten. Die besonderen Vorteile bestehen darin, daß man auch noch bei verhältnismäßig feuchtem Boden weiterarbeiten kann und daß die gesamte Zugkraft, die bei der Zugmaschine

[1]) S. a. ETZ 55 (1934) S. 615; 54 (1933) S. 753.



z. T. zur Fortbewegung der Maschine verbraucht wird, hier auf die Pflugarbeit verwandt wird. Dabei sind naturgemäß die Elektrogeräte wesentlich leichter als die Dampfpflüge, die sonst die gleichen Vorteile bieten.

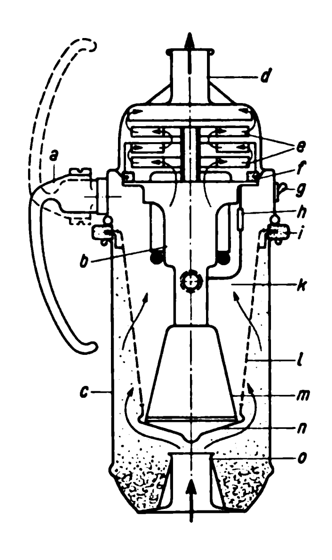
Die Einführung dieser Geräte wurde in Frankreich durch die Unterstützung der Stromerzeuger erleichtert, die vornehmlich in der Zuckerrübengegend um Cambrai—Valenciennes seit 1929 die Benutzung von elektrischen Pflügen gegen Lohn ermöglichten. Die dortigen Anlagen arbeiten mit 45 PS-Motoren, die in der Lage sind, bei einer Zugkraft von höchstens 4 t zwei- bis dreischarige Pflüge 25 bis 35 cm tief durch den Boden zu ziehen. Der Strom wird aus 15 000 V-Leitungen entnommen und auf 500 V abgespannt. Zur Vorwärtsbewegung der Zugmaschinen dienen besondere Motoren, die den Zugmaschinen eine beträchtliche Zugkraft zum Ziehen schwerer Lasten verleihen. Außerdem können die Maschinen auch zum Dreschen und zu anderen schweren Arbeiten benutzt werden. Die Pfluggeschwindigkeit beträgt 1,2 m/s im großen Gang und 0,80 m/s im kleinen. Im großen Gang werden 2250 kg und im kleinen 3400 kg Zugkraft am Seil erreicht; die Tagesleistung in 10stündigem Arbeitstag ergibt sich daraus zu normal 3,5 ha 25 cm tief oder 2,6 ha 35 cm tief. Der Stromverbrauch je ha gepflügter Fläche beträgt im Durchschnitt 25 kWh; er kann aber unter ungünstigen Verhältnissen bis auf 100 kWh und darüber steigen. Für jede Zugmaschine und für den Kipp-Pflug ist ein Mann erforderlich. — Es dürfte in diesem Zusammenhang interessieren, daß wir auch in Deutschland noch über eine Anzahl elektrischer Pflüge verfügen, die vornehmlich noch in Pommern und in der Provinz Posen-Westpreußen arbeiten und sich durch gute Betriebssicherheit auszeichnen. Der geringen Ausbesserungs- und der erträglichen Betriebskosten wegen werden sie gern benutzt, ihr hoher Anschaffungspreis und die Notwendigkeit, die Speiseleitungen zu verlegen, stehen jedoch einer größeren Verbreitung entgegen. [E. D. Davis, Electric. Rev. 117 (1935) S. 399.] *v. W.*

Elektrische Antriebe.

621. 34 : 648. 525 **Ein neuer Handstaubsauger.** — Vor einigen Jahren erschien der sogenannte Handstaubsauger wieder auf dem Markt, der kurz nach dem Kriege als zu schwer und zu schwerfällig abgelehnt worden war. Heute ist er leicht gebaut und findet guten Absatz nicht nur im kleinen Haushalt, sondern auch als handliches Zusatzgerät zu einem vorhandenen größeren Staubsauger. Nachstehend sei ein kürzlich neu herausgekommenes Gerät näher beschrieben. Die Besonderheit des Handstaubsaugers, daß er bei der Arbeit in der Hand getragen und in den Arbeitspausen an die Wand gelehnt wird, schließt die Gefahr ein, daß das Gerät durch Hinfallen beschädigt werden kann. Bei dem neuen Staubsauger (Abb. 2) ist nun eine breite Gummiwulst um das Ganzstahlgehäuse gelegt, die sowohl als Falldämpfer wirkt als auch gegen das Abrutschen von der Wand sichert. Die inneren Teile sind elastisch in Gummi gelagert und können ausschwingen. Damit ist auch gleichzeitig eine gute Geräuschdämpfung und eine zweite elektrische Isolation erzielt. Das Gehäuse ist also körperschlußsicher. Beachtenswert ist auch die Filteranordnung dieses Staubsaugers. Durch die Ausfilterung des Staubes aus der eingesaugten Luft wird das Filter jedes Staubsaugers verstopft, so daß sich die Leistungsfähigkeit nicht immer voll mit der des eingebauten Motors deckt. Daher ist dieser Staubsauger so gebaut, daß sich der spezifisch schwere Staub bereits vor dem Filter durch die eigene Schwere selbst ausfiltert und die eigentliche Filterfläche dem Feinststaub überläßt (Abb. 3). Damit wird erreicht, daß Staubsauger, die nach diesem Prinzip arbeiten (Kesselstaubsauger), große Staubmengen aufnehmen können bzw. lange Betriebszeiten ohne Filterreinigung zulassen. Die Schnittdarstellung zeigt, wie durch den weit in den Kessel eingezogenen Saugstutzen *o* ein großer Staubsammelraum entstanden ist. Die der Einsaugöffnung zugekehrte Filterfläche ist als Prallblech *n* ausgebildet. Dadurch wird sowohl die Staubsammlung im Kessel begünstigt als auch ein Ansetzen des Staubes an dieser Fläche verhindert. Das ist ein wesentlicher Vorteil, denn beim Abschalten des Motors fällt, weil die Saugwirkung aufhört, immer ein Teil des ausgefilterten Staubes von dem Filter ab und kann bei gewissen Konstruktionen auch teilweise wieder zur Einsaugöffnung herausfallen. Bemerkenswert ist noch eine einfache Überwachungsmöglichkeit für die Kohlebürsten, deren zu späte Auswechslung mitunter Schäden veranlaßte. In den Bürstenführungen sind Fenster eingeschnitten, durch welche die in den Führungen gleitenden Kohlen zu sehen sind. Der Zeitpunkt der Erneuerung ist dann gekommen, wenn das Ende der Bürste im Fenster sichtbar wird.



Abb. 2. Der neue Handstaubsauger und der Behälter für das Zubehör.



a schwenkbarer Handgriff
b Motor
c Stahlkessel
d Blasstutzen
e Doppelturbine
f elastische Aufhängung und zweite Isolation
g Schalter
h Rundfunk-Störschutz
i Falldämpfer
k Motorkühlung
l Stoffilter
m Spannfuß
n Prallblech
o Saugstutzen

Abb. 3. Schnitt durch den Handstaubsauger.

Zur bequemen Handhabung bei allen Reinigungsarbeiten ist ein schwenkbarer Handgriff *a* angebracht. Der Schwerpunkt des ganzen Gerätes liegt ungefähr auf der Drehachse des Griffes; durch das Umschwenken und die damit sich ändernde Gewichtsverteilung erhält man zwei stark voneinander abweichende Arbeitsstellungen, die man braucht, wenn man schnell hintereinander Teppich, Sofa und Gardinen reinigen will. Das Gerät erlaubt schließlich noch, nicht nur die Saug- sondern auch die Blaswirkung der Turbine auszunutzen. Für beide Verwendungszwecke sind eine Reihe von Düsen sowie ein praktischer Behälter für alles Zubehör vorgesehen. [P. Scholl, Siemens-Z. 15 (1935) S. 526.] *Ker.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 82. 08 **Gerät zur Messung von Rundfunkstörungen.** — Die bisher übliche Untersuchung von Rundfunkstörungen, wie sie z. B. von Hochspannungsleitungen u. dgl. ausgehen, durch Messung der effektiven Feldstärke der Störungswelle im Empfänger führt, wie eine nähere Betrachtung zeigt, zu Fehlschlüssen. Es ist vielmehr notwendig, sowohl den effektiven als auch den Scheitelwert der Störungswelle oder deren Scheitelfaktor zu bestimmen. Als ortsveränderliches Feldstärkemeßgerät dient zweckmäßig ein mit einer Schleifenantenne verbundener Überlagerungsempfänger mit weitgehender Zwischenfrequenzverstärkung. Mit dessen Hilfe wird die effektive Feldstärke eines Hilfssenders gemessen, der auf die Frequenz der Störungswelle abgestimmt ist und denselben Ausschlag an dem in den Ausgangskreis des Empfängers geschalteten Gleichstromzeiger ergibt wie die



Störungswelle. Aus dieser Anzeige und der effektiven Antennenhöhe läßt sich sodann die effektive Feldstärke der Störungswelle berechnen. In den Eingangskreis des Empfängers wird außerdem ein Widerstand R_1 von etwa 10 000 Ω geschaltet, dessen mehrere Volt betragender Spannungsabfall U_x den in Reihe mit dem Empfänger liegenden Scheitelspannungsmesser betätigt. Dieser besteht gemäß Abb. 4 aus einem Röhrenvoltmeter und einem Anzeigekreis mit einer gasgefüllten Dreielektrodenröhre. Der Spannungsabfall an dem Widerstand R_2 im Anodenstromkreis der Vakuumröhre des Röhrenvoltmeters wird dem Gitter der Röhre im Anzeigekreis zugeführt, deren Gitterkennlinie so gewählt ist, daß der Anodenstrom einsetzt, sobald ein kleiner Anodenstromstoß in der Vakuumröhre fließt, der in dieser lediglich im positiven Scheitel der Wechselspannung U_x ausgelöst wird. (Die Gitterspannung U_G der Vakuumröhre ist so stark negativ, daß gerade nur im positiven Scheitel der Wechselspannung U_x ein kleiner Anodenstrom durch die Vakuumröhre fließt.)

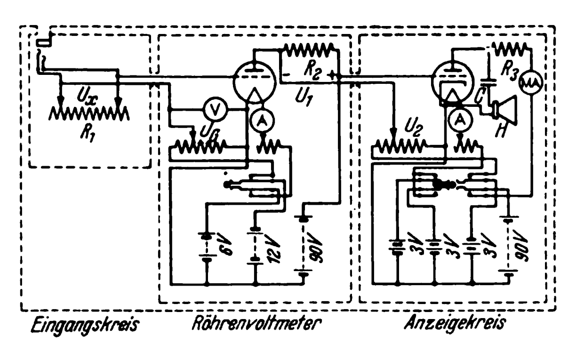


Abb. 4. Schaltbild des Scheitelwertmessers.

Durch die Überlagerung des in R_2 sich ergebenden Spannungsabfalls U_1 über die negative Vorspannung U_2 am Gitter der gasgefüllten Röhre wird deren Gitterspannung erniedrigt, so daß ein starker Anodenstrom in dieser Röhre zu fließen beginnt, der nach eingetretener Ionisation der Gasfüllung von der Gitterspannung unabhängig ist und lediglich durch den Widerstand R_3 und den kleinen Spannungsabfall in der Röhre begrenzt sein würde, wenn diese nicht durch den Nebenschluß *H-C* überbrückt wäre. Dieser Nebenschluß *H-C* wirkt als Umkehrstromkreis, worin *H* ein Kopfhörer ziemlich geringen Widerstandes und *C* ein Kondensator von 0,06 μF ist. Solange die Röhre nichtleitend ist, ist die Kondensatorspannung gleich der Batteriespannung. Mit dem Leitendwerden der Röhre wird der Kondensator über sie und den Kopfhörer rasch entladen. Sobald die Kondensator- und Röhrenspannung unter ein gewisses Maß gesunken ist, hört die Ionisation des Gases in der Röhre und damit die Stromleitung durch sie auf, worauf der Kondensator durch die Batteriespannung oder die Ionisationsspannung, die etwas geringer als diese ist, erneut aufgeladen wird. Der Umkehrstromkreis bewirkt also eine selbsttätige Wiederbereitschaft des Anzeigestromkreises jedesmal, wenn die Röhre durch einen Spannungsstoß vom Röhrenvoltmeter in Betrieb gesetzt wird. Ohne diese Anordnung würde es nötig sein, die Spannung von Hand abzuschalten, sobald die Anzeigeröhre leitend geworden wäre, weil mit dem Eintritt der Ionisation der Einfluß des Gitters auf die Stromleitung in der Röhre unwirksam wird. Die Messung der Scheitelspannungswerte wird durch die vorbeschriebene Anordnung also wesentlich erleichtert. Der Kopfhörer *H* macht das Arbeiten der Anzeigeröhre hörbar, das durch den Ausschlag am Stromzeiger im Anodenstromkreis sichtbar verfolgt werden kann. Die einzelnen Abteilungen des Anzeigegeräts sind gegeneinander und nach außen durch Umhüllungen aus Kupferblech abgeschirmt, wie dies in Abb. 4 durch die gestrichelten Linien angedeutet ist. Der Widerstand R_1 besteht aus induktionsfreiem, gewebtem Widerstandsband mit geringer verteilter Kapazität. Er ist zwischen 0 und 20 000 Ω in Stufen von je 1000 Ω unterteilt.

Die mit der beschriebenen Anordnung ausgeführten Messungen des effektiven und Scheitelwertes der Feldstärken, die durch Korona an Leitungsseilen verursacht werden, ergaben, daß der Scheitelwert dieser Feldstärken das fünf- bis zehnfache ihres Effektivwertes ist. Bei abgewitterten Kupfer- und Aluminiumseilen nimmt der Scheitelwert der Feldstärke nach Überschreiten der kritischen Koronaspannung allmählicher zu als bei Leitungsseilen mit polierter Oberfläche. Auch bei der Messung von Feldstärken der Störungswellen, die von Freileitungs-Stützenisolatoren ausgehen, ergibt es sich, daß der Scheitel der Feldstärke ein Mehrfaches ihres Effektivwertes ist, doch nehmen die Feldstärken der Störungen mit der Spannung weniger stark zu als bei Leitungsseilen. Die sowohl bei Leitungsseilen als auch bei Isolatoren gemessenen hohen Scheitelfaktoren sind durch zeitweise auftretende, elektromagnetische Strahlungen infolge der Koronaentladungen bedingt. [O. McMillan u. G. Barnett, Electr. Engng. 54 (1935) S. 857.] *O. N.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

621. 319. 3 (09) **Geschichte der Elektrisiermaschine bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts.** — William Gilbert war der erste, der 1600 von der magnetischen Anziehung ausdrücklich die elektrische als eine besondere „Vis electrica" unterschied und in seinem kompaßähnlichen „versorium"[1]) ein erstes Anzeigegerät für elektrische Wirkungen baute. Guerickes berühmte Schwefelkugel (1662) diente in der Hauptsache nicht zu elektrischen Versuchen — diese verfolgte Guericke nur nebenbei und ohne ihre volle Bedeutung zu erkennen —, sondern als Erläuterungsgerät zur Veranschaulichung kosmischer Kräfte, der den Weltkörpern eigentümlichen „Virtutes mundanae".

Erst als Hauksbee zu Anfang des 18. Jahrhunderts die Leuchterscheinungen im Barometervakuum näher untersuchte, stieß er erneut auch auf die elektrischen Wirkungen und verfolgte sie nun aufmerksam weiter. Er führte auch erstmalig das Neuwort „electricity" (1706) ein. Sein Gerät, eine luftleere Glaskugel, die durch Schnurübersetzung angetrieben und von Hand gerieben wurde, geriet bei den beiden bedeutendsten Förderern der Elektrizitätslehre zu Beginn des 18. Jahrhunderts, bei Gray und Dufay, denen wir die Entdeckung des Unterschieds zwischen Leitern und Nichtleitern und zwischen den beiden gegensätzlichen Arten der Elektrizität verdanken, halbwegs in Vergessenheit, da für die von ihnen angestellten Versuche die billiger zu beschaffenden und einfacher zu handhabenden Glasröhren als Quellen der Reibungselektrizität ausreichten.

Durch zwei sächsische Physiker Bose in Wittenberg und Winkler in Leipzig wurde während des 2. Drittels des 18. Jahrhunderts die Guericke-Hauksbeesche Kugel zur eigentlichen Elektrisiermaschine ausgestaltet, wobei Bose die älteren Ansprüche für sich geltend machen darf und der Kugelmaschine außerdem den Hauptleiter oder Konduktor zufügte. Winkler, der durch seinen Amtsvorgänger Christian Hausen in Leipzig die einfache Kugelelektrisiermaschine und die mit ihrer Hilfe anzustellenden Versuche kennenlernte, vervollkommnete das Gerät alsbald nach dem Vorschlage des Mechanikers Gießing durch Zufügen des Reibzeuges, führte außerdem an Stelle der Kugelmaschine auch die Zylindermaschine ein und verwandte an Stelle von Glaskörpern gelegentlich auch Porzellangefäße. Ein Tretantrieb machte den Gehilfen überflüssig, und so war um die Mitte des Jahrhunderts die deutsche Elektrisiermaschine den gleichzeitigen französischen Anordnungen, wie sie beispielsweise Abb. 5 nach einem Kupferstich aus Saveriens Dictionnaire universel de mathematique et de physique, Paris 1753, darstellt, unzweifelhaft technisch überlegen. Auch die Engländer, vor allem Watson, schlossen sich daher dem deutschen Vorbilde an und vervollkommneten das Gerät weiterhin, entwickelten unter anderm auch Sonderformen für ärztliche Zwecke. Ob sie die Erfinder des Spitzenkammes am Konduktor sind, muß als fraglich erscheinen, da der Erfinder der Leidener Flasche, Ewald Jürgen von Kleist, ihn schon vor ihnen bei seinen Reiseelektrisiermaschinen benutzt zu haben scheint.

Den zeitlich ältesten Anspruch auf die Einführung der Scheiben an Stelle der Kugeln oder Walzen erhebt

[1]) Das „versorium" bestand aus einer leichten Nadel von beliebigem Metall, nicht aus einem Strohhalm, wie in dem Aufsatz von H. Schimank in der Z. techn. Physik irrtümlich angegeben.



für sich Sigaud de la Fond, doch ist fraglich, ob er sich nicht nur zufällig 1756 einer solchen Form bediente und ob er ihre Vorteile gegenüber den älteren Anordnungen erkannte. Sicher war dies aber der Fall bei dem Haldensteinschen Seminardirektor Planta, der darüber auch nach London an seinen Bruder berichtete. Durch diesen, der die Aufsicht über das Sloanesche Kabinett führte, dürfte die Neuerung in England bekannt geworden sein und nun von dort aus ihren Siegeszug angetreten haben.

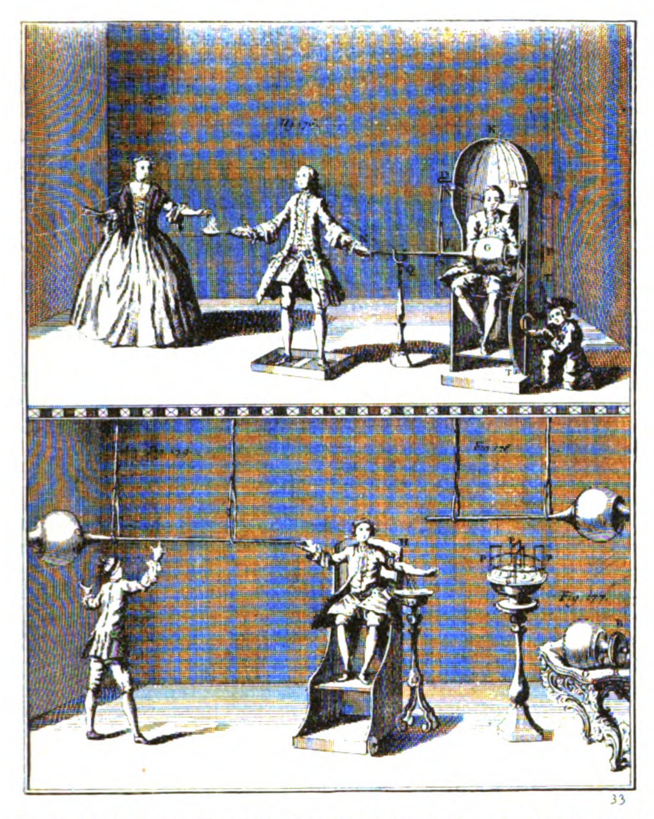


Abb. 5. Französische Kugelelektrisiermaschine nach Saverien's Dictionnaire universel de mathematique et de physique (1753).

Die größte jemals erbaute Reibungselektrisiermaschine war die für das Teylersche Museum in Haarlem von Cuthbertson 1784 hergestellte Doppelscheibenmaschine von 164 cm Scheibendurchmesser, die 60 cm lange und federkielstarke Funken zu liefern vermochte. Doch wurde nicht mit ihrer Hilfe das weitaus bedeutungsvollste Versuchsergebnis, die elektrochemische Zerlegung des Wassers durch den Funkenstrom erzielt, sondern mit einer etwas kleineren ebenfalls von Cuthbertson gebauten Maschine. Paets van Trostwijk und van Deimann stellten 1789 erfolgreich diesen wichtigen Versuch an. Schon ein Jahr vorher hatte Nicholson in seinem selbsttätigen Elektrizitätsverdoppler auch die Grundform einer Maschine mit Influenzerregung angegeben und damit Funken erhalten können. Dieser fruchtbare Baugedanke wurde jedoch in den nächsten Jahrzehnten nicht weiter ausgestaltet, weil inzwischen durch die Entdekkungen Galvanis und Voltas die Aufmerksamkeit der Physiker auf eine neue Gruppe elektrischer Erscheinungen hingelenkt worden war, so daß zunächst einmal elektrochemische Untersuchungen und dann weiterhin die elektromagnetischen und elektrodynamischen Stromwirkungen in den Mittelpunkt der Betrachtungen traten. Erst rund ein Jahrhundert nach der ersten Entwicklung der Elektrisiermaschine stellte sich durch die Untersuchungen über Gasentladungen wieder ein Bedürfnis nach bequemen Vorrichtungen zur Erzeugung hochgespannter Elektrizität ein, so daß den Rühmkorffschen Funkeninduktoren in den Influenzmaschinen von Holtz und Toepler gefährliche Wettbewerber erwuchsen und damit die Entwicklung der Elektrisiermaschine erneut in Fluß kam. [H. Schimank, Z. techn. Physik 16 (1935) S. 245 bis 254.] *Sb.*

Chemie.

621. 355 : 347. 771 **Neuere französische Patente über elektrische Akkumulatoren.** — Der Verfasser beschreibt die neueren französischen Patente, die auch größtenteils in Deutschland zur Anmeldung gelangt sind. Deren Zahl, rd. 100, beweist, daß ständig Verbesserungen entsprechend den neueren Anwendungsgebieten gemacht werden. Für den Bleiakkumulator wurde eine Reihe neuer Plattenbauarten und Verbesserungen vorgeschlagen. Hier interessiert eine neue Großoberflächenplatte, die durch besondere Ausbildung der Querrippen ein Krümmen der Platten verhindern soll. Auch Gummischutzüberzüge auf den Hartbleiträgern positiver Platten, die ein Herauslösen der Legierungsbestandteile verhindern, haben sich in die Praxis eingeführt. In der Herstellung der aktiven Massen wurden grundlegende Neuerungen nicht vorgenommen, desgleichen beschränken sich die Neuerungen bei den Elektrolyten auf schon bekannte Mischungen und auf Vorschläge, den Elektrolyten für Batterien in Flugzeugen zu verfestigen. Eine große Reihe von Verbesserungen bezüglich der Scheider beziehen sich auf die Verwendung von Glaswolle und porösem Gummi in verschiedenen Abarten. Durch zahlreiche Patente werden Scheidertaschen empfohlen, die die Platten vollkommen umgeben und das Abschlammen der aktiven Masse verhindern sollen. Diese Vorschläge dürften zum Teil in der Zukunft in Erscheinung treten. Weitere Patente, die sich auf die Konstruktion von Batteriedeckeln und den Zusammenbau der Elemente beziehen, tragen den neuerlichen Erfordernissen für Flugzeugbatterien und für Starterbatterien in niedriger Ausführung für die neuzeitlichen Wagen Rechnung. Das Bestreben geht dahin, Batterien herzustellen, die in jeder Lage säuredicht sind und trotzdem eine Stromabgabe auch unter Ladung gewährleisten, und weiterhin, die Polverbindungen der einzelnen Elemente unter den Elementdeckeln geschützt zu verlegen. Bedeutsam erscheint auch ein Vorschlag zur Bindung der im Akkumulator entstehenden Gase durch chemische Vorgänge im Gasraum sowie elektrochemische durch Gaselektroden im Elektrolyten. Eine Reihe von Patenten hat die Verwendung von Kathoden aus Zink, Zinn, Cadmium und Wismut in Verbindung mit positiven Bleisuperoxyd-Elektroden zum Gegenstand. Hierunter befinden sich auch Vorschläge des bekannten französischen Fachmanns Féry. Bisher haben solche Vorschläge wegen der Schwierigkeit der gleichmäßigen Abscheidung der gelösten Kathodenbestandteile nicht zum Ziel geführt. Bei den alkalischen Akkumulatoren bezieht sich auch die Mehrzahl der Vorschläge auf die Verwendung von Zink als negative Platte. Besondere Maßnahmen dienen zum gleichmäßigen Niederschlagen des Zinks bei der Ladung, z. B. Verhinderung des Absinkens des gelösten Zinks und daraus entstehender Schichtung des Elektrolyten. In dieser Richtung bewegen sich auch Vorschläge, die entstehenden Zinkverbindungen unlöslich zu machen, beispielsweise als Fluorverbindungen, so daß kein Zink bei der Entladung des Akkumulators in Lösung geht. Weitere Verbesserungen beziehen sich auf Zusätze zur positiven Masse, die katalytisch auf die Oxydation des Nickeloxyds wirken und weiter auf die Leitfähigkeit der Massen mit Hilfe von kolloidalen Lösungen von Graphit oder Metallen. Weitere Vorschläge auf dem Gebiet der Halogen-Akkumulatoren, d. h. unter Verwendung von Chlor, Brom und Jod im Elektrolyten bringen nichts grundsätzlich Neues. Es schließt sich noch eine Reihe von Vorschlägen für selbsttätige Ladeeinrichtungen und dergleichen an. [L. Jumau, Rev. gén. Électr. 38 (1935) S. 321, 335, 353 u. 367.] *Cl.*

Werkstatt und Baustoffe.

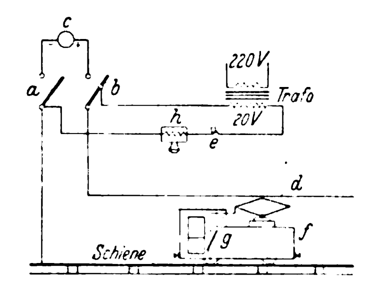
621. 314. 21. 042. 2 : 620. 1 **Transformatorenbandstahl mit Einkristalleigenschaften.** — Die magnetischen Eigenschaften der handelsüblichen Transformatorenbleche stimmen im allgemeinen nur dann für alle Richtungen des Werkstoffes überein, wenn die vielen Einzelkriställchen, aus denen sich diese Bleche zusammensetzen, in ihrer kristallographischen Lage gleichmäßig über alle Richtungen verteilt sind. Der Verlauf der Magnetisierungskurve eines „Einkristalls" hängt nämlich, insbesondere in der Nähe der magnetischen Sättigung, wesentlich von der kristallographischen Richtung ab, in der das magnetisierende Feld angelegt wird. Bei Eisen wird z. B.



die Sättigung in der Richtung der Würfelkante (100) schon bei sehr viel kleineren Feldstärken erreicht als in der Richtung der Raumdiagonale (111) der kubischen Kristalle. In den vielkristallinen Transformatorenblechen kann daher ebenfalls in bestimmten Richtungen eine besonders „leichte" Magnetisierung erzielt werden, wenn — etwa durch eine bestimmte Walzbehandlung — eine mehr oder weniger ausgeprägte Ausrichtung der Einzelkriställchen gelingt. An Bandstahl mit 3 bis 3,5 % Siliziumgehalt hat N. P. Goss den Einfluß verschiedener Glüh- und Walzbehandlungen auf die Ausbildung einer derartigen Anisotropie eingehend untersucht, wobei in diesem Falle vorwiegend darauf Wert gelegt wurde, diese Anisotropie im Sinne einer möglichst hohen Maximalpermeabilität in der Walzrichtung zu „züchten". Durch Kaltwalzen während der letzten Walzstufen bis auf die Enddicke des Bleches (0,3 mm) mit einer Zwischenglühung (880 bis 980 ° bei 0,8 mm) und einer Schlußglühung bei 1100 ° erreichte Goss in der Walzrichtung die verhältnismäßig hohe Maximalpermeabilität $\mu_{max} = 20\,000$ bis 27 000, während dabei die Verluste $V_{10} \approx 1$ W/kg (bei 60 Hz) in der gleichen Richtung nicht wesentlich die Verluste bester normaler Transformatorenbleche unterschritten. Ob dieser Befund auf eine weitgehende Ausrichtung der (100)-Würfelkanten in die Walzrichtung zurückgeführt werden kann, ist zunächst trotz verschiedener Röntgendurchstrahlaufnahmen noch unklar geblieben. — Die technische Anwendung des „Goss"-Stahles wird natürlich dadurch beeinflußt bzw. begrenzt, daß die hohe Permeabilität nur in der Walzrichtung auftritt. Im übrigen muß auf die besonders gute mechanische Weichheit des sehr feinkörnigen Stahles (Biegezahl 40 bis 50) hingewiesen werden. [N. P. Goss, Trans. Amer. Soc. Met. 23 (1935) S. 511.] *Ktn.*

Bergbau und Hütte.

621. 398 : 621. 33 : 622. 29 **Signalanlage für Fahrdrahtbahn unter Tage.** — Die Schaltung der Signalanlage zeigt die Abb. 6. In dem Umformerraum ist ein mit 20 V betriebener Hilfsstromkreis verlegt, in dem eine Glühlampe und ein elektrisches Boschhorn eingeschaltet sind.



a Überstromausschalter
b Hilfskontakt
c Umformer
d Fahrdraht
e Glühlampe
f Lokomotive
g Kurzschlußschalter
h Boschhorn

Abb. 6. Signalanlage für Fahrdrahtbahn.

Mit dem einen Pol ist die Leitung an die Schienenrückleitung der Fahrdrahtbahn angeschlossen, mit dem anderen Pol an einen Hilfskontakt, der mit dem Fahrdraht in Verbindung tritt, wenn der Überstromauslöser ausgelöst wird. Wird die Fahrdrahtleitung an irgendeiner Stelle mit dem Kurzschlußschalter der Lokomotive oder mit Hilfe eines besonderen Kurzschließers kurzgeschlossen, so wird der Ueberstromausschalter im Umformerraum ausgelöst und der Hilfsstromkreis geschlossen, so daß die Glühlampe aufleuchtet und das Horn ertönt. Der Umformerwärter erfährt dadurch, daß die Fahrdrahtstrecke stromlos ist. Sowie der Kurzschluß zwischen Fahrdraht und Schiene beseitigt ist, wird der Hilfsstrom ausgeschaltet. Wenn nun der Bahnmotor wieder eingeschaltet werden soll, so erhält der Umformerwärter durch nochmaliges mehrfaches Kurzschließen des Fahrdrahtes besondere Signale mit der Glühlampe und dem elektrischen Horn. Durch Einlegen des Überstromausschalters wird die Fahrdrahtleitung wieder an den Umformer angeschlossen und von dem Hilfsstromkreis getrennt. Die Signaleinrichtung hat sich gut bewährt und wird hauptsächlich bei der maschinellen Personenbeförderung benutzt, um den Fahrdraht beim Ein- und Aussteigen stromlos zu machen, außerdem bei Ausbesserungsarbeiten in den Fahrdrahtstrecken. [Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 83 (1935), S. 52.] *Sym.*

Verschiedenes.

Messehefte 1936 der ETZ.

Am 1. 3. 1936 öffnet die Große Technische Messe und Baumesse in Leipzig ihre Pforten. Die Ausstellung im Haus der Elektrotechnik wird dem deutschen und ausländischen Besucher eine Fülle von Neuerungen und von erprobten Konstruktionen zeigen. Auch die ETZ will wieder ihren Teil zur Sicherung des Erfolges beisteuern und zwei besonders sorgfältig ausgestattete Messehefte herausbringen. Wer über ein wichtiges Erzeugnis seiner Fabrikation etwas mitzuteilen wünscht, kann einen kurzen Originalbericht an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus, einschicken. Berichte, die nach dem 16. 1. 1936 eingehen, können nicht mehr berücksichtigt werden.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Internationale Mustermesse Posen 26. 4. bis 3. 5. 1936. — Nach Abschluß des deutsch-polnischen Wirtschaftsvertrages ist die Beschickung der vom 26. 4. bis 3. 5. 1936 stattfindenden Internationalen Mustermesse Posen für die deutsche Exportindustrie von besonderer Bedeutung. Der gute Abschluß des Messesonderabkommens Posen - Breslau in diesem Frühjahr hat bewiesen, von welchem Wert die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist.

Nähere Auskunft durch den Beauftragten des Meßamtes Posen, Dipl.-Ing. H. Lutz, Berlin-Wilmersdorf, Wilhelmsaue 4.

AUS LETZTER ZEIT.

Deutsche Kraftwerksausrüstung für Japan. — Für ein Wasserkraftwerk der Taiwan Electric Power Co. (Formosa) sind größere Aufträge nach Deutschland vergeben worden. Die AEG wird 2 Generatoren mit senkrechter Welle, je 25 000 kVA, 11 kV liefern sowie einen Drehstromtransformator für 40 000 kVA mit Spannungsregelung unter Last. Die Firma J. M. Voith, Heidenheim, hat zwei Wasserkraftturbinen zu je 30 000 PS in Auftrag bekommen.

Fernsehen in Paris. — Der französische Postminister hat beschlossen, die Fernsehsendungen, die seit einiger Zeit versuchsweise durchgeführt werden, weiter auszudehnen und einen 10 kW-Sender auf der Spitze des Eiffelturms aufzustellen. Der Sender arbeitet mit einer Wellenlänge von 7 m und 180 Zeilen. Man erwartet, daß er im Bereich von Paris gut zu empfangen ist.

Deutsche Röntgengeräte für Dänemark. — Das dänische Unterrichtsministerium hat die Siemens-Reiniger-Werke damit beauftragt, für die Röntgenabteilung des Reichshospitals in Kopenhagen die gesamte technische Einrichtung zu liefern, bestehend aus mehreren Röntgengeräten für Diagnostik und für Therapie sowie den dazugehörenden Untersuchungs- und Bestrahlungsgeräten.

Rundfunksender in Neuguinea. — Nach einer Reutermeldung ist die erste Rundfunkstation auf den Pazifischen Inseln in Port Moresby (Neuguinea) eröffnet worden.

Unmittelbare Funksprechlinie Paris — New York. — Bis Juli nächsten Jahres soll eine unmittelbare Funksprechverbindung zwischen Frankreich und den V. S. Amerika hergestellt werden. Von den bestehenden vier Zweiwegeverbindungen New York—London wird eine für den Dienst New York—Paris verfügbar gemacht. Die Linie ist von 14 bis 22 h für den Betrieb geöffnet, während der übrigen Zeit wird der französisch-amerikanische Verkehr wie bisher über London geleitet. Nach einer Vereinbarung zwischen dem englischen und dem französischen Postminister wird der Hauptteil des jetzt von London vermittelten französisch-amerikanischen Verkehrs der neuen Verbindung überlassen werden.

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Fernwirkanlagen.

Von Dipl.-Ing. Georg August, Berlin.

621. 398 : 621. 311. 177

Übersicht. Von der Bedeutung der Fernwirkanlagen für den Betrieb größerer Netze ausgehend, erfolgt eine Erläuterung der Fernmeß-, Fernregelungs-, Fernsteuer- und Fernmeldeverfahren an Hand kennzeichnender Beispiele. Schließlich wird auf die EW-Telephonie (Elektrizitäts-Werk) hingewiesen[1]).

Der nach dem Kriege einsetzende Ausbau der Elektrizitätsversorgungsanlagen, gekennzeichnet durch den Zusammenschluß bisher getrennt arbeitender Elektrizitätswerke zu größeren Hochspannungsnetzen, gab Anstoß zu einer sinngemäßen, den Betriebserfordernissen dieser Netze entsprechenden Weiterentwicklung der Fernmeldeanlagen: Zur Schaffung der Fernwirkanlagen. Es sind dies Einrichtungen, die — gegebenenfalls unter Verwendung leitungssparender Hilfsmittel — gestatten, Wirkungen von einem Netzpunkt nach einem entfernten anderen Punkt des Netzes und umgekehrt auszuüben. Es handelt sich hier insbesondere um die Übertragung von Meßwerten und Zählerständen durch „Fernmessung" und „Fernzählung", um selbsttätige Regelungen von Maschinen im Anschluß an eine Fernmeßübertragung mittels „Fernregelung" und schließlich um Fernschaltung von Leistungs- und Trennschaltern usw. und Rückmeldung des durch den Vorgang geschaffenen Schaltzustandes durch „Fernsteuerung" und „Fernmeldung".

Der zentralen Lastverteilungsstelle, deren Aufgabe es ist, die Energieverteilung nach betriebstechnischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten hin zu überwachen und bei Störungen in kürzester Zeit einen geordneten Betriebszustand wieder herbeizuführen, wird durch die Fernwirkanlagen Einblicks- und Eingriffsmöglichkeit in alle wichtigen Punkte des Netzes und damit ein wesentliches Hilfsmittel der Betriebsführung an Hand gegeben. Die Fernwirkanlagen gestatten die Fernbedienung kleinerer Wasserkraftwerke und Umspannerstationen und damit deren wirtschaftliche Einführung in das Gesamtnetz. Fernwirkanlagen werden auch in steigendem Maße im verwandten Gebiet der Bahnstromversorgung, weiterhin auch in Industriebetrieben, in Gruben, bei den Gas- und Wasserversorgungsanlagen eingeführt.

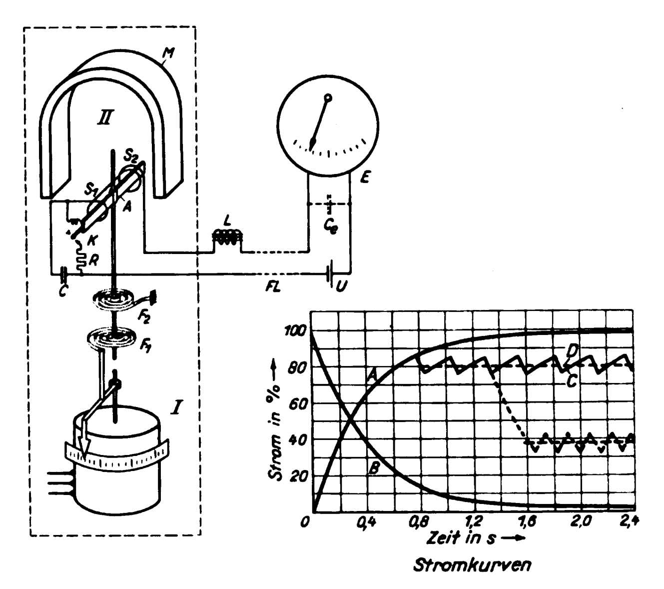
Einige Beispiele aus den drei Hauptgebieten der Fernmessung, Fernregelung, Fernsteuerung und Meldung sollen die Arbeitsweise und Anwendung der Fernwirkanlagen näher erläutern.

Fernmessung.

Aufgabe der Fernmessung ist es, einen Meßwert unter Benutzung einer Hilfsgröße von einer Sende- nach einer Empfangsstelle zu übertragen; die Größe der Entfernung spielt bei Wahl des geeigneten Fernmeßverfahrens keine Rolle. Fernübertragen läßt sich jeder Meßwert elektrischer oder auch anderer Art, z. B. Wirk- und Blindleistung, Spannung, Strom, Temperatur, Druck usw., der in einen entsprechenden Zeigerstand oder in eine Umdrehung umgeformt, d. h. angezeigt oder gezählt werden kann. Kennzeichnend für die Fernmessung ist die Umformung des zu übertragenden Meßwertes in eine Hilfsgröße. Je nach Art der verwendeten Hilfsgröße werden Intensitäts- oder Impuls-Fernmeßverfahren unterschieden. Im ersteren Fall erfolgt sendestellenseitig eine Umwandlung des Meßwertes in eine proportionale Spannung, einen proportionalen Strom oder auch in ein entsprechendes Stromverhältnis, wobei in der Empfangsstelle ein Volt-, Amperemeter oder Quotientenmeßinstrument der Anzeige oder Aufzeichnung dient. Bei den Impulsfernmeßverfahren wird die Meßgröße in der Sendestelle in Impulse umgeformt, die nach Art der Telegraphie in beliebiger Weise nach der Empfangsstelle übertragen und dort in eine für die Anzeige brauchbare Form umgewandelt werden.

[1]) Nach einem Vortrag, gehalten vor den Jungingenieuren im Elektrotechnischen Verein, am 5. 11. 1935.

Abb. 1 zeigt das Kompensationsfernmeßsystem, ein Intensitätsverfahren, bei welchem der Meßwert im sogenannten Kompensationsgeber in einen proportionalen Gleichstrom umgeformt wird; der Gleichstrom



I	Meßsystem des Geberinstruments	*M*	Magnet
II	Kompensationsrelais	*R*	Vorwiderstand
A	Relaisanker	*C*	Kondensator
S_1, S_2	Relaisspulen	*L*	Drosselspule
K	Relaiskontakt	*FL*	Fernleitung
F_1	Kupplungsfeder	*U*	Hilfsspannungsquelle
F_2	Zusatzfeder	*E*	Empfangsinstrument
		C_e	Elektrolytkondensator

Abb. 1. Fernmessung nach dem Kompensationsverfahren.

durchfließt die Fernleitung *FL* und kommt in einem direkt in dem zu übertragenden Wert geeichten Drehspul-Empfangsinstrument *E* zur Anzeige oder Aufzeichnung. Der Kompensationsgeber besteht aus einem Meßsystem *I*, welches den Meßwert in ein proportionales Drehmoment

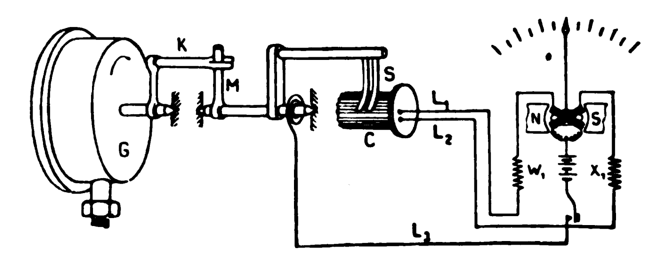


Abb. 2. Fernmessung nach dem Widerstandsverfahren.

umformt. Dieses Drehmoment wird durch ein Gegendrehmoment eines mit dem Meßwert gekuppelten polarisierten Kompensationsrelais *M*, S_1, S_2 kompensiert. Das polarisierte Relais regelt nach der Art eines Tirrillreglers durch dauerndes Öffnen und Schließen des Kontaktes *K* einen Gleichstrom ein, dessen Mittelwert dem Drehmoment und damit der Ausgangsmeßgröße proportional ist. Das Verfahren arbeitet unbeeinflußt von Spannungsschwankungen der Hilfsbatterie *U* und Widerstandsänderungen der Fernleitung.

Bei dem in Abb. 2 dargestellten Widerstandsfernmeßverfahren dient ein dem Meßwert ent-



sprechendes Stromverhältnis als Hilfsgröße. Der fernzumessende Wert, in diesem Fall ein Druck, gelangt in der Sendestelle auf dem Manometer G, mit dessen Zeigerachse eine auf einem zylindrischen Widerstand C schleifende Bürste S gekuppelt ist, zur Anzeige. Die Wicklungsenden des Widerstandes und die Bürste sind über drei Fernleitungen $L_{1...3}$ mit einer Batterie und einem Kreuzspul-(Quotienten-)Meßgerät der Empfangsstelle verbunden. Wie ersichtlich, wird die Größe des zur Anzeige gelangenden Stromverhältnisses durch die Bürstenstellung, also durch den Zeigerstand des Manometers G, bedingt. Das Kreuzspulgerät gibt mithin direkt diesen Zeigerstand wieder.

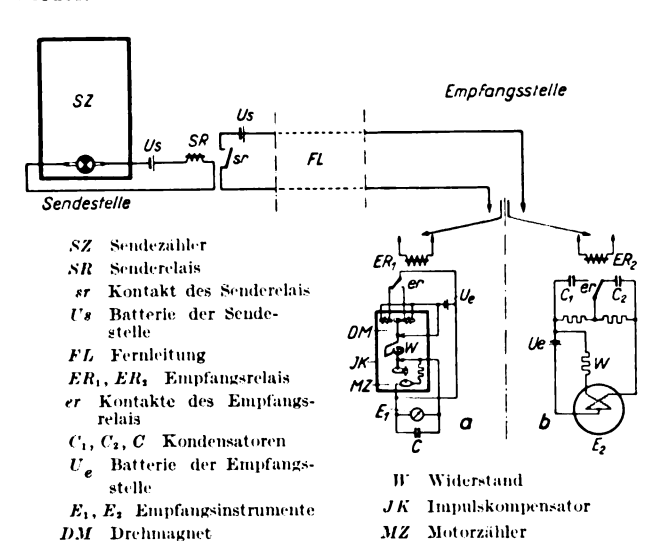


Abb. 3. Fernmessung nach dem Impuls s kompensations (a)- und dem Impulsfrequenzverfahren (b).

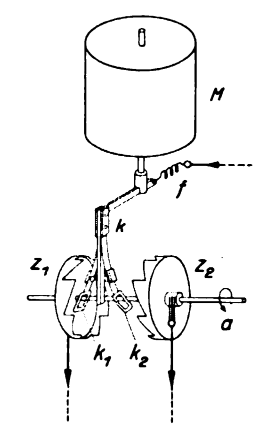
Im Gegensatz zu den bisher erläuterten Intensitätsfernmeßverfahren dient bei den Impulsverfahren eine bestimmte Impulszahl zur Übertragung des Meßwertes, und zwar sind bei dem Impulskompensations- und dem Impulsfrequenzverfahren die Impulslängen umgekehrt proportional, oder anders ausgedrückt, die sekundlichen Impulszahlen proportional dem fernzumessenden Wert. In einem Sendezähler SZ in Abb. 3 wird der Meßwert in eine entsprechende Umdrehungszahl umgesetzt, durch eine von der Zählerachse angetriebene Kontaktvorrichtung eine Impulszahl erzeugt und diese dem Senderelais SR zugeleitet. Die Impulse werden über die Fernleitung FL weitergegeben; sie bringen das Empfangsrelais ER_1 in derselben Impulsfolge zum Ansprechen. Beim Impulskompensationsverfahren wird die eintreffende Impulsfrequenz im Impulskompensator JK in eine proportionale Spannung umgeformt und im Instrument E_1 angezeigt. Eine Fernzählung ist im Anschluß an die Fernübertragung eines Leistungswertes auf einfache Weise möglich.

Beim Impulsfrequenzverfahren wird der fernübertragene Wert dadurch zur Anzeige gebracht, daß durch den Kontakt des Empfangsrelais ER_2 abwechselnd Kondensatoren C_1 und C_2 geladen und entladen werden. Der entstehende abgehackte Ladestrom, der proportional der Frequenz, der Kapazität der Kondensatoren und der Gleichspannung ist, bildet ein Maß des übertragenen Wertes und wird am Instrument E_2 abgelesen.

Von wesentlichem Einfluß auf das für eine Fernmessung zu wählende System sind die Eigenschaften der zur Verfügung stehenden Fernleitungen oder Fernmeßkanäle. Es spielen hier der Widerstand, der Isolationszustand, die Dämpfung, ferner die Zahl der Leitungen eine große Rolle. Für Intensitätsübertragungen kommen grundsätzlich nur galvanisch durchgeschaltete Adern in Frage, während für Impulsübertragungen, wegen der Möglichkeit einer Wechselstromtastung, auch durch Ringübertrager abgeschlossene Leitungen verwendet werden können. Stehen für die Übertragung mehrerer Meßwerte insgesamt nur zwei Adern zur Verfügung, oder soll etwa auf einer in Betrieb befindlichen Telephonleitung ferngemessen werden, so muß eine Mehrfachausnutzung des betreffenden Kanals nach einem der mannigfachen, aus der Telegraphentechnik bekannten Verfahren, die Lösung bringen. In Anwendung kommen hierbei Phantomschaltungen, ferner Diplex- sowie Duplexübertragungen, schließlich Tonfrequenztelegraphieverfahren und deren Sonderfall: die Gleichstromunterlagerung auf besprochenen Telephonleitungen. Auf die weitere Möglichkeit der Übertragung mittels Hochfrequenz wird später noch zurückgekommen.

Fernregelung.

Unter Fernregelung sind selbsttätige Regelverfahren, die sich an ein Fernmeßverfahren anschließen, zu verstehen. Soll z. B. der Übergabeleistungswert eines Kraftwerkes an ein fremdes Netz konstant gehalten oder fahrplanmäßig geregelt werden, so wird dieser Istwert von der Übergabestelle nach dem Kraftwerk zunächst nach einem der erläuterten Intensitäts- oder Impulsfernmeßverfahren übertragen, hier auf einem geeigneten Relais mit dem Leistungssollwert verglichen und nach Maßgabe der Abweichung auf den Tourenverstellmotor der Turbine eingewirkt. Bei Leistungs- und den damit eng verknüpften Frequenzregelungen handelt es sich stets um eine Beeinflussung des Kraftmittels der Turbine; das Endglied wird also der Tourenverstellmotor des Öldruckreglers sein. Bei Spannungs- und Blindleistungsregelungen erfolgt der Eingriff z. B. auf den Tirillregler des Generators oder den Stufenschalter eines Anzapftransformators. Geregelt werden ferner auch Integralwerte, z. B. das Leistungsintegral bzw. die mittlere Arbeit, das der Uhrzeit gleichbedeutende Frequenzintegral, schließlich auch nichtelektrische Werte wie Druck, Temperatur usw.



M Meßwerk
k Kontaktarm mit
k_1, k_2 Kontaktfedern
f Feder für Stromzuführung
Z_1, Z_2 Zackenscheibe auf
a Antriebsachse

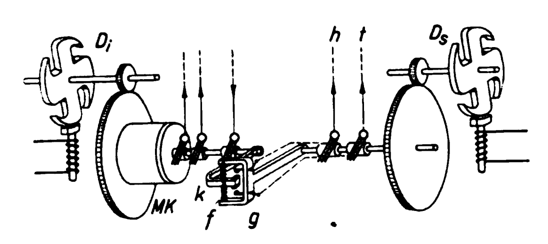
Abb. 4. Regelrelais mit progressiver Impulsgabe.

Das Kernstück jeder Fernregelanlage ist ein Regelrelais, das den Vergleich zwischen Soll- und Istwert der zu regelnden Größe durchführt. Bei Intensitätsfernmessungen wird der dem zu regelnden Istwert proportionale Strom durch die eine Spule eines mit zwei Wicklungen versehenen Drehspulmeßwerkes M in Abb. 4 geschickt; die andere Spule wird von einem dem Sollwert proportionalen Strom, der am Sollwertgeber, einem Spannungsteiler, eingestellt werden kann, im Gegensinne durchflossen. Bei Identität zwischen Soll- und Istwert heben sich die Amperewindungen der beiden Spulen auf, der Kontaktarm k befindet sich in Mittelstellung. Je nachdem nun der Leistungsistwert größer oder kleiner als der Sollwert ist, wird k nach links oder rechts abweichen und die umlaufenden Zackenscheiben Z_1 oder Z_2 impulsartig berühren. Über Zwischenrelais wird der Tourenverstellmotor des Öldruckreglers in dem einen oder anderen Sinne eingeschaltet und der Leistungswert erniedrigt oder erhöht, bis wieder Gleichgewicht vorhanden ist. Die umlaufenden zackenförmigen Kontaktscheiben bedingen Impulse, deren Größe abhängig von der Abweichung des Kontaktarmes k ist. Die mittlere, von den Impulslängen abhängige Drehzahl des Tourenverstellmotors kann durch geeignete Zackenform etwa proportional der Abweichung gemacht werden, was Überregelungen und damit verbundene Pendelungen auf jeden Fall ausschließt.

Erfolgt keine Umsetzung der Fernmeßwerte in Intensitäten, sondern soll unmittelbar im Anschluß an eine Impulsfrequenzfernmessung geregelt werden, so verwendet man statt des eben beschriebenen Vergleichsrelais einen Regler gemäß Abb. 5. Der Sollwert muß hierbei entsprechend dem Istwert als Impulsfrequenz erscheinen und wird zweckmäßig an einem Amperestundenzähler mit Kontaktvorrichtung gebildet. Die Impulse des Ist- und die des Sollwertes werden je einem Drehmagneten Di und Ds zu-



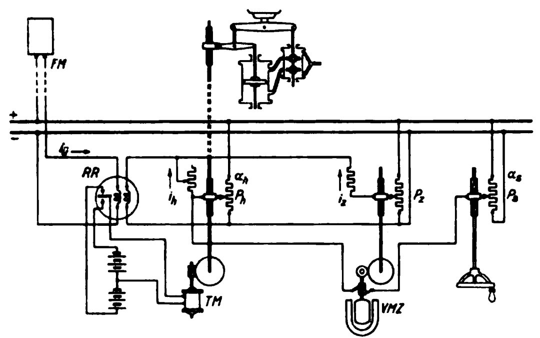
geleitet, der sie in eine entsprechende Drehzahl umwandelt. Bei Gleichgewicht sind diese Drehzahlen gleich, und der Kontaktarm *k* befindet sich in der Mitte der Gabel *g*. Steigt oder fällt der Istwert, so ändert sich entsprechend die Drehzahl des Drehmagneten *Di*; der untere oder obere Kontakt wird geschlossen und über Zwischenrelais der Tourenverstellmotor in der einen oder anderen Richtung in Bewegung gesetzt.



D_i Drehmagnet für Istwert-Impulse
D_s Drehmagnet für Sollwert-Impulse
MK Magnetische Kupplung
k Kontaktarm, von D_i angetrieben
g Gabelkontakt, von D_s angetrieben
f Mittelstellungsfeder
h Stromkreis für Höherregelung
t Stromkreis für Tieferregelung

Abb. 5. Regler, verwendbar im Anschluß an das Impulsfrequenzverfahren.

Eine bei der Berliner Kraft- und Licht-A.-G. (Bewag) seit etwa zwei Jahren im Betrieb befindliche Leistungsfernregelung stellt ein praktisches Beispiel der erläuterten Grundsätze dar: die Bewag versorgt den östlichen Teil der Berliner Schnellbahn mit elektrischer Energie, wobei die Leistungsübergabe an die Bahn vom Kraftwerk Klin-



FM Fernmessung
RR Regulierrelais
P_h Maschinensteuerung mit Rückführpotentiometer u.
TM Tourenverstellmotor
P_z Zusatzpotentiometer mit
VMZ Verstell-Motorzähler
P_s Sollwertpotentiometer

Abb. 6. Leistungsregelung im Kraftwerk West der BEWAG.

genberg aus erfolgt. Die sehr starken, mit dem Bahnbetrieb verbundenen Lastschwankungen würden von dem frequenzhaltenden, mit Isodromreglern ausgestatteten Kraftwerk Klingenberg übernommen werden, was zu unzulässig hohen Frequenzschwankungen führen würde. Die Fernregelung zwingt nun, die Lastschwankungen der S-Bahn zwei Maschinen im Westkraftwerk auf. Die Übergabelast wird von Klingenberg aus durch eine nach dem anfangs beschriebenen Kompensationsverfahren arbeitende Fernmeßanlage nach dem Westkraftwerk übertragen, und die Regelung erfolgt im Anschluß an diesen Sollwert. In einem Geber *FM* (Abb. 6) in Klingenberg wird die Leistung in den proportionalen Strom $i_ü$ umgewandelt; er fließt über die Fernleitungen nach dem Westkraftwerk durch eine Spule eines Soll- und Istwertvergleichsrelais *RR*. Die andere Spule wird von einem Strom, der sich aus den beiden Teilströmen i_h und i_z zusammensetzt, durchflossen. Der Strom i_h wird einem mit dem Tourenverstellmotor *TM* bezw. mit dem Fixpunkt des Reglergestänges gekuppelten Potentiometer P_h entnommen; er ist deshalb immer angenähert der Generatorleistung proportional und stellt den Leistungsistwert dar. Unter der vorläufigen Annahme, der Strom i_z sei gleich Null, wird sich die Regelung stets dann im Gleichgewicht befinden, wenn im Regelrelais *RR* der Strom $i_ü$ gleich i_h ist. Angenommen, die Reichsbahnleistung steigt plötzlich um einen Betrag, der einer Erhöhung des Fernmeßstromes $i_ü$ um 1 mA entspricht. Das Regelrelais *RR* spricht jetzt an und läßt den Tourenverstellmotor *TM* im Sinne einer Dampfmengen- und Leistungserhöhung laufen. Die Regelung kommt erst dann wieder zur Ruhe, wenn der der Generatorleistung proportionale Strom i_h ebenfalls um 1 mA gestiegen ist, der Istwert der Leistung sich also dem Übergabesollwert angeglichen hat. Bei plötzlichem Absinken der Last wird *RR* im Gegensinne ansprechen und die Dampfmenge entsprechend erniedrigen. Die Maschinen im Westkraftwerk werden also den Leistungsbedarf der Bahn stets decken und infolge der geringen Trägheit der Regelung den Lastspitzen augenblicklich folgen. Auf weitere Einzelheiten, auf die Rolle, welche der Strom i_z spielt, sowie auf eine zusätzlich vorgesehene Frequenzregelung einzugehen, würde den Rahmen dieser Betrachtung überschreiten.

Fernsteuerung und Fernmeldung.

Im Gegensatz zur Fernmessung, deren Zweck es ist, fortlaufend abgestufte Meßwerte zu übertragen, dient die Fernmeldung der Übermittlung einzelner Signale, z. B. des Signals „Ein" oder „Aus" zur Kennzeichnung der Stellung eines Trenn- oder Leistungsschalters. Sollen statt

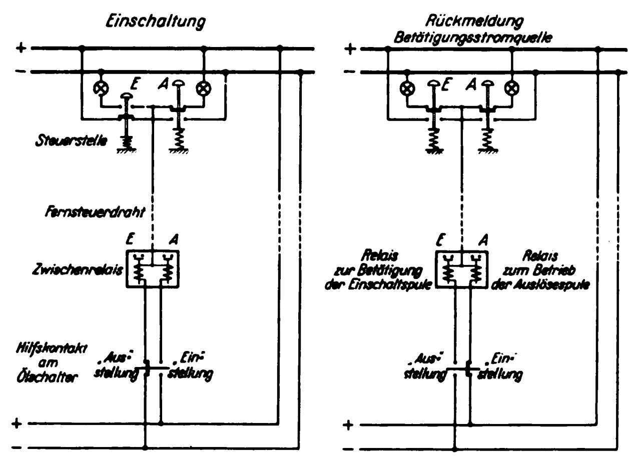


Abb. 7. Eindrahtverfahren.

dieser Meldungen Schaltbefehle übertragen werden, so handelt es sich um eine Fernsteuerung. Im Aufbau sind Fernsteuerung und Meldung gleich; denn es wird stets bei Betätigung eines Kontaktes in der einen Station in der anderen ein entsprechendes Relais zum Ansprechen gebracht. Praktisch wird mit einer Fernsteuerung stets eine Fernmeldung, also eine Rückmeldung des durch die Steuerung hervorgerufenen Schaltzustandes verknüpft sein. Bedingung für den Einbau solcher Anlagen ist natürlich das Vorhandensein selbsttätiger Schaltapparate, z. B. Einschaltmagnete, Einschaltmotoren, Auslösemagnete; zum Zwecke der Rückmeldung müssen an dem zu meldenden Gerät gut arbeitende Rückmeldekontakte vorhanden sein.

Da meist mehrere Schalter zu steuern und rückzumelden sind, ist die Anwendung leitungssparender Verfahren Grundbedingung. Nur eine Anlage, die unter diesen Voraussetzungen arbeitet, d. h. je Schaltbefehl und je Meldung weniger als zwei Fernleitungen benötigt — auf die Erde als Rückleiter wird bei Fernwirkanlagen grundsätzlich verzichtet —, kann sinngemäß als Fernsteuerung oder Fernmeldung bezeichnet werden. Eng verknüpft mit der Anwendung leitungssparender Mittel ist die Sicherstellung des Schaltbefehls und der Meldung; die Betätigung eines falschen Schalters könnte bedenkliche Folgen haben und muß unbedingt verhindert werden.

Es sollen im folgenden die drei wichtigsten Vertreter der Fernsteuer- und Meldeverfahren in der umgekehrten Reihenfolge der notwendigen Leitungszahlen betrachtet werden.

Beim Eindrahtverfahren sind für Steuerung und Meldung von n-Schaltern n + 2 Leitungen erforderlich, für jeden Schalter also, wie Abb. 7 zeigt, eine getrennte Leitung, außerdem zwei für alle Schalter gemeinsame Rückleitungen. Beim Einschalten wird der linke

Druckknopf E betätigt. Der Strom fließt von der Plus-Schiene in der Steuerstelle über den Fernsteuerdraht, den Ölschalter-Hilfskontakt nach der Minus-Schiene in der Betätigungsstelle und läßt das „Ein"-Relais E ansprechen. Der Schalter folgt dem Befehl und legt hierbei seinen Hilfskontakt in die „Ein"-Stellung. Dadurch wird ein Stromkreis von der Plus-Schiene der Betätigungsstelle über die Fernleitung nach dem Minus-Pol der Steuerstelle geschlossen, wodurch die linke Meldelampe aufleuchtet und anzeigt, daß der Schalter dem Befehl gefolgt ist. Durch den Widerstand der Meldelampe ist dabei die Intensität des Stromes so verringert, daß nicht etwa das Ausschaltrelais A ansprechen kann. Bei Betätigung des rechten Druckknopfes A in der Steuerstelle erfolgt die Ausschaltung und Rückmeldung in entsprechender Weise. Die Sicherstellung der Schaltung ist durch Wahl getrennter Leitungen für jeden Schalter gewährleistet.

Beim Synchronverteilerverfahren erfolgt die Auswahl entsprechender Schalter durch synchron laufende motorisch angetriebene Verteiler, die jeweils für eine bestimmte Zeit auf der Sende- und der Empfangsseite zusammengehörige Apparate miteinander verbinden; es sind insgesamt drei Leitungen notwendig, von denen eine der Synchronisierung dient.

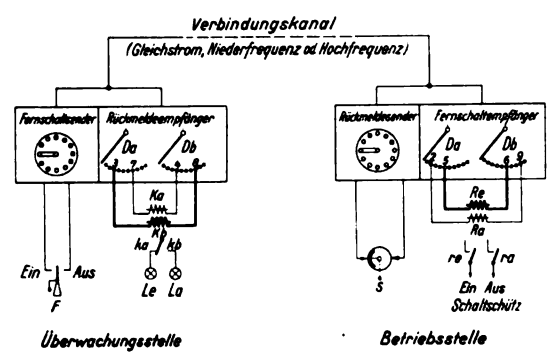
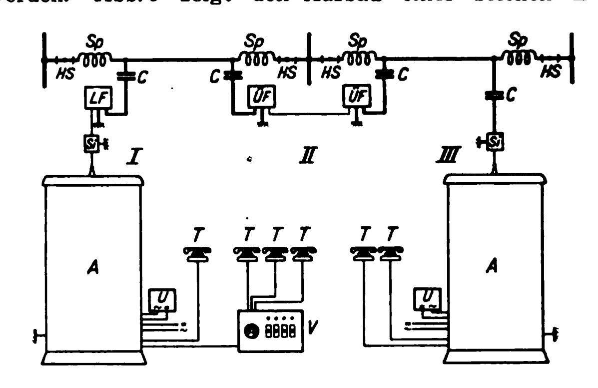


Abb. 8. Schaltanordnung einer Wählerfernsteuerung.

Die Steuerung und Rückmeldung einer praktisch beliebigen Zahl von Schaltern erfolgt bei dem Wählerverfahren auf insgesamt zwei Fernleitungen. Die aus der Technik der selbsttätigen Telephonie her bekannten Schrittwähler und Automatierelais werden hier verwendet. Ähnlich wie in der Selbstanschlußtelephonie jedem Teilnehmer, ist hier jedem Schalter eine bestimmte Kennziffer zugeordnet, nur erfolgt die Impulsgabe nicht mittels einer Nummernscheibe, sondern wird selbsttätig bei Betätigung des entsprechenden Steuerknopfes durch eine Relais- und Wählerkombination vorgenommen. Bei dieser einfachen Anordnung würde bei Unterschlagung eines Impulses der Empfangswähler einen Schritt zu wenig laufen und eine Fehlschaltung hervorrufen. Zur Verhütung dieser Gefahr und Sicherstellung der Schaltung läßt man den gesamten Auswahlvorgang auf einer getrennten Einrichtung selbsttätig wiederholen und den Schaltbefehl erst dann durchführen, wenn sich beide Empfangswähler in der gleichen Stellung befinden. Eine andere Art der Sicherstellung besteht in der Aussendung zweier Impulsreihen, die sich jeweils zu einer steten Summe, z. B. 11 Impulsen, ergänzen. Abb. 8 zeigt den Aufbau einer solchen Anlage, mit welcher 5 Schalter gesteuert und rückgemeldet werden können. Soll z. B. Schalter *5* eingeschaltet werden, so wird der entsprechende Steuerschalter F auf „Ein" gelegt, wodurch der selbsttätige Fernschaltsender 5 Impulse aussendet und in der Betriebsstelle der Wähler Da auf Schritt *5* läuft. Nach einer Pause, während welcher der Empfang selbsttätig von Wähler Da in der Betriebsstelle auf Wähler Db geschaltet wird, erfolgt die Aussendung der Ergänzungsimpulszahl $11 - 5 = 6$. Wähler Db läuft auf Schritt *6* und bringt damit das Relais Re zum Ansprechen, welches auf das „Ein"-Schütz des Schalters *5* wirkt. Die Schaltung kann tatsächlich nur dann erfolgen, wenn die beiden Empfangswähler Da und Db auf sich zu 11 ergänzenden Schritten stehen. Nach Durchführung des Schaltbefehls wird durch den Schalterhilfskontakt s der Rückmeldevorgang eingeleitet, der mit den gleichen Mitteln wie der Steuervorgang vonstatten geht.

Elektrizitätswerk-Telephonie.

Hochfrequente Wechselströme, die sich durch Raumstrahlung ausbreiten, haben das Bestreben, mit wesentlich geringerer Dämpfung an Leitungen, z. B. Hochspannungsleitungen, entlang zu wandern. Durch direkte Tastung der Hochfrequenzwelle oder durch Tonfrequenzmodulation und Tastung der einzelnen Tonfrequenzen ergeben sich geeignete Verkehrskanäle für Impulsübertragungen, also insbesondere für Zwecke der Fernwirkanlagen. Durch Sprachmodulation können Telephonieanlagen geschaffen werden. Abb. 9 zeigt den Aufbau einer solchen EW-



A	Hochfrequenz-Telephoniegerät	*Sp*	doppelwellige Hochfrequenzsperre
C	Kopplungskondensator	*T*	Telephonapparat
LF	Leitungsabstimmfilter nur bei langer Zuleitung	*U*	Gleichstrom-Wechselstrom-Umformer
HS	Hochspannungsschalter	*ÜF*	Überbrückungsfilter
Si	Sicherungseinrichtung	*V*	Fernsprech-Vermittlungseinrichtung

Abb. 9. Aufbau einer EW-Telephonieanlage.

Telephonieanlage. Das Eindringen der Hochspannung in die Hochfrequenzanlagen wird durch Kopplungskondensatoren C verhindert, die einen hohen Blindwiderstand $(1/\omega C)$ für die technische Frequenz 50 Hz besitzen, die Hochfrequenz jedoch durchlassen. Ein Abwandern der Hochfrequenz in die Schaltanlagen wird durch Sperren (Sp), die den induktiven Widerstand ωL besitzen, unmöglich gemacht. — Der kurze Hinweis auf die EW-Telephonie war notwendig, da diese als Ergänzungsmittel zu den Fernwirkanlagen eine wesentliche Bedeutung im Betrieb großer Netze erreicht hat.

Zusammenfassung.

Wie gezeigt wurde, können durch Anwendung der in besonderem Umfange erweiterten Mittel der Fernmeldetechnik, durch Entwicklung der sogenannten Fernwirkanlagen, Möglichkeiten geschaffen werden, eine technisch und wirtschaftlich einwandfreie Betriebsführung in größeren Netzen zu gewährleisten.

Schrifttum.

1. Dallmann, Untersuchung über den zeitlichen Verlauf der Meßgröße bei der angezeigten Größe bei den gebräuchlichen Fernmeßverfahren unter besonderer Berücksichtigung der stetigen Übertragung. Arch. Elektrotechn. 28 (1934) H. 7, S. 432.
2. Kieser, Selbsttätige Lastverteilung in parallelgeschalteten Kraftwerken bei gleichbleibender Drehzahl, Elektr. Wirtsch. 31 (1932) H. 22, S. 479.
3. Köberich, Zur Frage der Übertragungsgeschwindigkeit von Fernschalt- und Rückmeldeeinrichtungen nach dem Wählerverfahren, VDE-Fachberichte 1934, S. 35, Berlin.
4. Langrehr, Kraftwerksregelung, ETZ 53 (1932) H. 26, S. 622.
5. Piloty, Wesen und Bedeutung der Fernwirkanlagen im Kraftwerksbetrieb, ETZ 52 (1931) H. 37, S. 1157 u. H. 39, S. 1221.
6. Riedel, Fernmeßanlagen in ausgedehnten Landesnetzen, VDE-Fachberichte 1935, S. 160, Berlin.
7. Schäff, Frequenz und Leistungsregelung in großen Netzen, ETZ 54 (1933) H. 50, S. 1212.
8. Schleicher, Die elektrische Fernüberwachung und Fernbedienung für Starkstromanlagen und Kraftbetriebe, Berlin: Springer, 1932.
9. Stäblein, Regelung von Leistungen, insbesondere von Kuppelleistungen im Betrieb großer Netze. Elektrotechn. u. Maschinenb. 50 (1932) H. 38, S. 513, u. H. 39, S. 531.
10. Stäblein, Die Technik der Fernwirkanlagen, Berlin und München: Oldenbourg 1934.
11. Venzke, Fernschaltung nach dem Eindrahtverfahren, AEG-Mitt. 1933, H. 4, S. 155 u. H. 5, S. 198.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen auf Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die einzelnen Zusammenkünfte finden jeweils um 18 Uhr im Landwehrkasino, Jebensstraße 2 (hinter dem Bahnhof Zoologischer Garten) statt.

Arbeitsgemeinschaft Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. Göschel, Berlin W 15, Bleibtreustr. 32, Fernruf: C 4 0011, App. 2631
13. 12. 35 „Elektrische Unfälle, deren Ursachen und Verhütung" (Vortragender: Obering. Alvensleben)

Arbeitsgemeinschaft Kabeltechnik. Leiter: Kaiser, Berlin-Neukölln, Wildenbruchplatz 9, Fernruf: F 2 3141
16. 12. 35 „Pupinspulen" (Vortragender: Dipl.-Ing. Huff)

Arbeitsgemeinschaft Installationstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. Bernhard Schmidt, Berlin-Charlottenburg, Goethestr. 87, Fernruf: D 2 0011, App. 136
18. 12. 35 „Isolierpreßstoffe in der Installationstechnik" (Vortragender: Ing. Roos)

Arbeitsgemeinschaft Theoretische Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. Viktor Aigner, Berlin-Charlottenburg 2, Grolmanstr. 12, Fernruf: D 1 0014, App. 404
19. 12. 35 „Die Symmetrierung unsymmetrisch belasteter Drehstromnetze" (Vortragender: Aigner)

Die nächsten Zusammenkünfte finden im Januar 1936 statt. Die Bekanntgabe erfolgt rechtzeitig in der ETZ und RTA.

Einladung

zur ordentlichen Vereinsversammlung am Dienstag, dem 17. 12. 1935, 20 h, im Großen Hörsaal des Neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Kurfürstenallee.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Prof. Dr.-Ing. Keinath über das Thema „Spitzenleistungen der modernen Meßtechnik". (Mit Vorführungen.)

Inhaltsangabe:

Zunehmende Anwendung elektrischer Meßgeräte zur Betriebsführung und Betriebsforschung. Gegenüber mechanischen Meßgeräten Möglichkeit der Fernmessung, größere Feinfühligkeit. Eingliederung der Hochfrequenztechnik in die Betriebs-Meßverfahren.

A. Fortschritte an den Instrumenten und ihrem Zubehör.

Einführung der neuen Stahlsorten und der neuen hochpermeablen Legierungen. Erhöhung der Meßgenauigkeit, Steigerung der Empfindlichkeit bis zum theoretischen Maximum. Lichtmarken-Instrumente. Anwendung der Gleichrichter. Messung von Wechselströmen bis zu den höchsten Frequenzen. Messung kleinster Leistungen. Meßwandler. Ausführung für höchste Spannungen und für kleinste Ströme.

B. Meßverfahren.

Längenmessung, Dehnungsmessung. Luftspalt-Verfahren. Anwendung der Hochfrequenz-Meßtechnik, Nachweis von Millionstel mm Längenänderung durch Resonanzverfahren.

Kraft-Druck-Zugmessung. Magneto-elastische Messung, akustisches Meßverfahren. Anwendung im Maschinenbau. Röntgen-optische Spannungsmessung in Bauteilen. Magnetische Spannungsmessung. Beschleunigungsmesser, Schwingungsmesser.

Strommessung bei Hochfrequenz und Ultrafrequenz, unter Verwendung von Gleichrichtern.

Leistungsmessung bei technischer Frequenz. Verlustleistungsmessung in Dielektriken. Anwendung der Schwinggleichrichter zur Messung kleinster Leistungen in der Größenordnung von 10^{-9} W. Selbsttätige Potentiometer zur direkten Schnellregistrierung des Verlustfaktors und der Kapazitätsänderung.

Zeitmessung. Zeittransformator und Zeitwaage zur Uhrenprüfung.

Eisen- und Stahlmessungen. Aufnahme der Hysteresisschleifen bis herab zu 1 Gauß und Messungen an Proben mit nur 1 g Gewicht. Anwendung zur Fabrikationsprüfung.

Entwicklung der trägheitsbehafteten und trägheitslosen Oszillographen. Anwendung als Störungsoszillograph im Betriebe. Anwendung zur Elektrokardiographie, Dielektrographie.

Akustische Messungen. Lautstärkeschreiber zur Aufzeichnung von Verkehrsgeräuschen.

C. Vorführungen.

1. Registrierung der kapazitiven Änderungen und der dielektrischen Verluste beim Durchschlag eines Kondensators.
2. Zeitwaage zur Uhrenprüfung.
3. Ferrometer zur Aufzeichnung der Wechselstrom-Hysteresisschleife.
4. Schnellschreiber zur Aufzeichnung von Verkehrsgeräuschen.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins, der RTA-Vereine und des NSBDT werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten sind in der Geschäftsstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle erhältlich.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im Restaurant „Schultheiß am Knie" in Berlin-Charlottenburg.

Elektrotechnischer Verein e. V.
In Vertretung:
Matthias.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Elektroflurfördergeräte.

Durch die bei der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie bestehende Fachnormengruppe „Elektroflurfördergeräte" wurde folgender Normblattentwurf aufgestellt:

DIN VDE 3565 Blatt 1, Batteriezellen, Gitterplatten-Zellen;
Blatt 2, Batteriezellen, Panzerplatten- und Großoberflächenplatten-Zellen.

Etwa zu dem Entwurf beabsichtigte Äußerungen sowie Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 15. Januar 1936 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.



Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

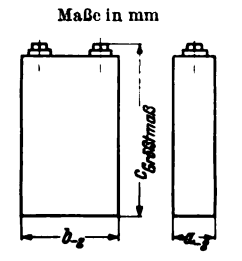
DK 621. 335. 5 : 621. 355. 5 — Elektrotechnik — DIN Entwurf 1 VDE 3565 Blatt 1

Elektroflurfördergeräte

Batteriezellen

Gitterplatten-Zellen

Maße in mm



Die bildliche Darstellung ist für die Ausführung nicht verbindlich

Bezeichnung einer Batteriezelle mit 3 positiven Gitterplatten (Gi) von Kapazität 80 Ah:
Batteriezelle 3 Gi 80 VDE 3565

Kurzzeichen	Anzahl der positiven Platten	Kapazität bei 30° und 5stündiger Stromentnahme in Amperestunden	a Zul. Abw. — 2	b Zul. Abw. — 2	c Größtmaß bei Schlammraumhöhe mindestens 35	c Größtmaß bei Schlammraumhöhe mindestens 43	Verwendung für Elektrokarren mit Plattformhöhe			Verwendung für andere Flurfördergeräte
2 Gi 53	2	53	36				525			
3 Gi 80	3	80	51				525			
4 Gi 106	4	106	66	148		335	525	675		Hubkarren
5 Gi 132	5	132	81		325		525	675		
6 Gi 160	6	160	96				525	675		
7 Gi 186	7	186	112	149		340	525			
9 Gi 240	9	240	142				525			
3 Gi 120	3	120	51					675		Schlepper
4 Gi 160	4	160	66	196		350		675	775	
5 Gi 200	5	200	81					675		
6 Gi 240	6	240	96						775	
7 Gi 280	7	280	112	197		355			775	
8 Gi 320	8	320	127						775	
3 Gi 150	3	150	51		—				775	Hubkarren
4 Gi 200	4	200	66	196		410			775	Hubkarren
5 Gi 250	5	250	81						775	Schlepper
6 Gi 300	6	300	96						775	Krankarren
2 Gi 133	2	133	41							Schlepper
3 Gi 200	3	200	58	206		565				Hubkarren
4 Gi 266	4	266	74							Schlepper

Dezember 1935 — Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Aus dem Gau Thüringen.

Erster Jungingenieurabend.

Der Gau Thüringen veranstaltete am 15. 11. in Erfurt seinen ersten Jungingenieurabend. Nach einer Begrüßungsansprache des Leiters des Gaues, Postrat Schneider VDE, Erfurt, entwickelte der Obmann für das Jungingenieurwesen, Dipl.-Ing. O. H. Schmidt VDE, Ilmenau, in einem Referat „Jungingenieurarbeit im nationalsozialistischen Staat" die Gedanken, die zum Aufbau derselben durch die RTA-Vereine geführt haben. Der richtige Einsatz der Technik im nationalsozialistischen Staat bedinge die Schaffung eines einheitlichen Ingenieurstandes und die Erziehung eines tüchtigen Ingenieurnachwuchses, der aus seinem Spezialistentum herausgelöst und mehr technisch-wirtschaftlich geschult werden muß. Diese Ziele will die Jungingenieurarbeit auf dem Prinzip freiwilliger Gemeinschaftsarbeit verwirklichen. Den in Thüringen vorliegenden Verhältnissen entsprechend soll die Jungingenieurarbeit neben Erfurt auch auf andere Städte ausgedehnt werden. wo in Kürze Jungingenieurgruppen gegründet werden. Der Sachbearbeiter des VDE für das Jungingenieurwesen, Dipl.-Ing. G. Müller VDE, Berlin, unterstrich die Ausführungen des Obmannes und richtete einen kurzen Appell zur Mitarbeit an die versammelten Jungingenieure. Als Auftakt der wissenschaftlichen Arbeit hielt anschließend Dipl.-Ing. G. Schleicher VDE, Erfurt, einen Vortrag über „Kondensatoren zur Leistungsfaktorverbesserung". Der Erfolg dieses ersten thüringischen Jungingenieurabends läßt eine erfolgreiche Durchführung der Jungingenieurarbeit in Thüringen erwarten.

Aus dem Gau Ostsachsen.

Über „Neuzeitliche dieselelektrische Fahrzeugantriebe" sprach am 26. 9. 1935 Dr. Koeppen. Im Vortrag wurde zuerst die mechanische mit der elektrischen Kraftübertragung verglichen und gezeigt, daß durch die stufenlose elektrische Übertragung, die in der Hauptsache aus einem vom Verbrennungsmotor angetriebenen Generator und den Fahrmotoren besteht, der antreibende Verbrennungsmotor, falls erforderlich, über dem ganzen Geschwindigkeitsbereich ausgenutzt werden kann. Es wurde auf die einzelnen Schaltungen eingegangen, wobei zuerst die von Hand bediente und selbsttätige Leonardschaltung erwähnt wurde. Dann wurden die Gebusschaltung, die Einheitsschaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, die AEG-Lemp- und AEG-Vollastschaltung näher gekennzeichnet. Bei allen elektrischen Übertragungen besteht die Aufgabe darin, den Generator so zu gestalten, daß seine abgegebene Leistung, abge-

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

Elektroflurfördergeräte

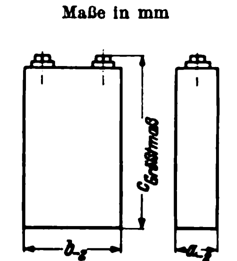
Batteriezellen

Panzerplatten- und Großoberflächenplatten-Zellen

DK 621. 335. 5 : 621. 355. 5 Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 3565
Blatt 2

Maße in mm



Die bildliche Darstellung ist für die Ausführung nicht verbindlich

Bezeichnung einer Batteriezelle mit 3 positiven Panzerplatten (Pz) von Kapazität 90 Ah:
Batteriezelle 3 Pz 90 VDE 3565

Panzerplatten-Zellen

Kurzzeichen	Anzahl der positiven Platten	Kapazität bei 30° und 5stündiger Stromentnahme in Amperestunden	a Zul. Abw. — 2	b Zul. Abw. — 2	c Größtmaß bei Schlammraumhöhe mindestens 35	c Größtmaß bei Schlammraumhöhe mindestens 43	Verwendung für Elektrokarren mit Plattformhöhe			Verwendung für andere Flurfördergeräte
3 Pz 90	3	90	72				525	675	775	Hubkarren
4 Pz 120	4	120	93	157	340			675	775	Hubkarren
5 Pz 150	5	150	114			—		675	775	
3 Pz 120	3	120	72					675	775	
4 Pz 160	4	160	93	197	350				775	
5 Pz 200	5	200	114						775	
3 Pz 150	3	150	72						775	
4 Pz 200	4	200	93	197		415			775	
5 Pz 250	5	250	114		—				775	
3 Pz 198	3	198	77	200		565				Hubk. Schlepper

Großoberflächenplatten-Zellen

Kurzzeichen	Anzahl der positiven Platten	Kapazität bei 25° und 5stündiger Stromentnahme in Amperestunden	a Zul. Abw. — 2	b Zul. Abw. — 2	c Größtmaß bei Schlammraumhöhe mindestens 43	Verwendung für Elektrokarren mit Plattformhöhe			Verwendung für andere Flurfördergeräte
2 Gro 47	2	47	61	146		525	675		
3 Gro 70	3	70	87			525	675	775	Hubkarren
4 Gro 94	4	94	114		325	525	675	775	Hubkarren
5 Gro 117	5	117	140	147				775	Hubkarren
6 Gro 140	6	140	166						
2 Gro 120	2	120	74	206	565				Schlepper

Dezember 1935 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

sehen vom Wirkungsgrad, konstant bleibt, d. h. daß seine Spannungslinie, auf Strom bezogen, eine Hyperbel darstellt. In grober Annäherung wird eine derartige Kurve schon durch gegenkompoundierte Maschinen erreicht, deren Spannungslinien bei wachsendem Strom stark abfallen. Des weiteren wurde im Vortrag auf die sogenannte „D r ü c k u n g" eingegangen, die dadurch entsteht, daß der antreibende Verbrennungsmotor im gewissen Bereich überlastet wird und dadurch mit seiner Drehzahl heruntergeht. Diese Drückung kann, wie bei der AEG-Vollastschaltung nachgewiesen wird, dadurch vollkommen ausgeschaltet werden, daß die Spannungslinie des Generators, auf Strom bezogen, bei konstanter Drehzahl im Hauptarbeitsbereich hyperbolisch ausgebildet wird, was durch Verwendung einer Spaltpolmaschine zur Erregung des Generators erreicht werden kann[1]). Zum Schluß wurde noch auf die Temperaturabhängigkeit der elektrischen Maschinen eingegangen und gezeigt, daß durch Abshuntung der Gegenkompoundwicklung durch einen temperaturunabhängigen Widerstand diese Abhängigkeit praktisch völlig ausgeglichen werden kann.

Anschließend trug Reg.-Baumstr. M a x über „N e u z e i t l i c h e d i e s e l e l e k t r i s c h e T r i e b w a g e n" vor. Er ging von der Konstruktion und dem Entwurf der Generatoren und Fahrmotoren aus und beschrieb dann eingehender eine Anzahl Lokomotiven und Triebwagen. Von letzteren wurde insbesondere der 2 × 410 PS-Eiltriebwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft behandelt. Nach einem kurzen Überblick über die geschichtliche Entwicklung der dieselelektrischen Wagen und über die Gründe, die zu ihrer Einführung führten, wies der Vortragende auf den Beschaffungsplan der DRG hin. So hat die Reichsbahn weitere Triebwagen mit einer Dienstleistung von 2 × 600 PS der zuständigen Industrie in Auftrag gegeben. Zwei von diesen Wagen erhalten hydraulische und zwei Wagen elektrische Kraftübertragung. Sie sollen zunächst auf der Strecke Berlin—Breslau eingesetzt werden.

[1]) Siehe a. S. 1353 d. Heftes.

Aus dem Gau Nordhessen.

Am 27. 9. sprach Ing. D r e i b h o l z über „D i e W u n d e r d e r d r a h t l o s e n W e l l e". Nach einem Überblick über die geschichtliche Entwicklung erörterte er zuerst die Sendetechnik, die heute besonders die Wirtschaftlichkeit ihrer Anlagen beachtet. So baut man Antennen, die durch geeignete Form und Erregung möglichst die ganze zuge-



führte Schwingungsenergie in nutzbare Bodenstrahlung abgeben, dagegen die Raumstrahlung möglichst klein halten. Das sind dann die sogenannten nahschwundfreien Antennen, die auch jetzt bei allen deutschen Sendern in Betrieb sind. Zu den wirtschaftlichen Antennenarten gehören auch die sogenannten Richtstrahler, Antennenarten also, die nur in einer Richtung strahlen und damit verhindern, daß das betreffende Signal nach der einen und nach der anderen Seite des Erdballs herumläuft. Man ist heute in der Lage, 500 000 km weit zu telegraphieren und zu telephonieren, ganz abgesehen davon, daß heute jeder Fernsprechteilnehmer mit einem ebensolchen in Siam verbunden werden kann oder mit einem Fahrgast auf dem Lloyd-Dampfer „Bremen" oder im fahrenden Zug Berlin—Hamburg. Die Empfangstechnik ist natürlich innerhalb der 35jährigen Entwicklung ebenfalls nicht stehengeblieben; sie ist vielmehr z. Z. eher ein Stück voraus. Die Bandbreite eines neuen Rundfunkempfängers beträgt z. B. ± 6000 Hz, während uns ein Rundfunksender ± 4500 Hz liefert. Anderseits kann man aber auch bei diesem Empfänger die Bandbreite auf ± 1500 Hz verringern, damit also Trennschärfen erzielen, die einfach gestatten, jeden Sender, der von seinem Nachbar einen größeren Abstand wie 3000 Hz hat, auszuschalten. Rein schaltungstechnisch hat sich in den letzten drei Jahren nichts oder nur wenig geändert, doch sind große und kleine Empfänger nach dem gleichen Ziel: einfachste Bedienung bei bester Leistung, gebaut, und man hat es verstanden, die Wiedergabegüte auch durch akustisch richtigen Bau der Geräte auf einen hohen Stand zu bringen.

Im neuesten Zweig der Funktechnik, im „Fernsehen", ist ebenfalls Deutschland führend. Während wir im bisherigen Rundfunk vom Einzelempfang zum Gemeinschaftsempfang übergegangen sind, werden wir im Fernsehen die Entwicklung gerade umgekehrt gehen. Die technische Entwicklung befindet sich noch im Fluß, denn man überlegt, ob man nicht durch eine Vergrößerung der Abtastzeilen auf die doppelte Zahl, verbunden mit dem sogenannten Zeilensprungverfahren, eine noch höhere Güte und vor allen Dingen völlig flimmerfreie Bilder bekommt. Auch die Programmfrage, die wichtigste beim ganzen Fernsehbetrieb, muß noch genügend untersucht werden. Fernsehen ist bislang nur auf Ultrakurzwellen möglich, das sind also Wellenlängen zwischen 1 und 10 m. Die Reichweite dieser Ultrakurzwellen geht aber nur bis zum Horizont, das bedeutet für ein einfaches Beispiel bei 120 m Höhe des Sendeturmes 60 km Reichweite.

Aus dem Gau Niederschlesien.

Am 8. 10. d. J. hielt G. Frühauf vor dem Gau einen Vortrag über „Überspannungsschutz und Transformatorenwicklung". Die Erforschung der Überspannungsvorgänge mit neuzeitlichen Meßverfahren hat in den letzten Jahren mit der Schaffung wirklich brauchbarer Überspannungsableiter wertvolle Früchte getragen. Mit Hilfe der Ableiter ist es möglich geworden, Überschläge in den Stationen zu vermeiden. Die Aufgabe eines allgemeinen Überspannungsschutzes ist aber erst dann vollständig gelöst, wenn auch die Gefahr einer inneren Beschädigung der Transformatorwicklungen beseitigt ist. Die Darstellung der Vorgänge bei der Beanspruchung von Transformatorwicklungen durch Gewitterüberspannungen bildete den Hauptinhalt des Vortrages. Ausgehend von den Schwingungszuständen einer einfachen Spule untersuchte der Vortragende die Höhe und den Verlauf der elektrischen Beanspruchungen in der dreiphasigen Wicklung, wobei sich je nach der Schaltung verschiedene kritische Stellen ergaben. Für die Ausbildung der Ausgleichschwingungen ist sowohl die Art des Stoßes wie auch die Schaltgruppe des Transformators und die Belastung der Sekundärwicklung maßgebend. Aus diesen Erkenntnissen ergeben sich für den Bau überspannungssicherer Transformatoren gewisse Richtlinien, die teils schon früher gefühlsmäßig befolgt wurden, teils aber durchaus neuartig sind. Neben der allgemeinen Verbesserung der Isolation zwischen den Spulen und gegen Erde sind besonders die Bauformen interessant, welche eine bewußte Steuerung der Spannungsverteilung entlang der Wicklung bezwecken.

Aus dem Gau Magdeburg.

In der Versammlung am 15. 10. berichtete Herr Dipl.-Ing. Feldner über „Mechanische Gleichrichter in der Meßtechnik". Die Elektrotechnik verfügt heute über die bestentwickelte Meßtechnik. Bis vor kurzem bestanden jedoch erhebliche Schwierigkeiten bei der Messung kleiner Wechselströme und Spannungen nach Größe und Phase. Es war naheliegend, die hohe Empfindlichkeit unserer Gleichstrominstrumente in Verbindung mit Gleichrichtern für diese Messungen auszunutzen. Hierbei ist zwischen selbststeuernden und fremdgesteuerten Gleichrichtern zu unterscheiden. Gerade die fremdgesteuerten Gleichrichter bieten meßtechnisch die größeren Möglichkeiten. Sie bestehen grundsätzlich aus einem Meßkreis, welcher das Schaltglied des Gleichrichters und das Gleichstrominstrument enthält, und dem Steuerkreis, welcher das Schaltglied betätigt. Durch Einbau eines Phasenschiebers in den Steuerkreis ist es möglich, eine beliebige Phasenverschiebung zwischen Steuerstrom und gleichgerichtetem Strom herbeizuführen; umgekehrt auch kann man aus der Einstellung des Gleichrichterinstrumentes und des Phasenschiebers die Phasenlage ersehen. Der fremdgesteuerte Gleichrichter ergibt am Anzeigeinstrument grundsätzlich den arithmetischen Mittelwert. Das Instrument kann aber bei bekanntem Formfaktor in Effektivwerten geeicht werden. Wird der „Schwingkontakt-Gleichrichter" mit einem Phasenschieber und einem Gleichstrominstrument vereinigt, so entsteht der Vektormesser[1]). Er ermöglicht Wechselstrom- und Spannungsmessungen nach Größe und Phase und damit auch die Untersuchung von Wechselstromwiderständen, Einstellung von Wandlerbürde usw.

Ein weiteres Anwendungsgebiet des Schwingkontaktgleichrichters ist die Prüfung von Isolierstoffen. Das hierfür bekannt gewordene klassische Verfahren nach Schering ist in seiner Handhabung für den Betrieb schwierig. Das Gleichrichterinstrument gibt auch hier die Möglichkeit, in einer ähnlichen Brückenanordnung Verluststrommessungen unmittelbar durchzuführen. In Verbindung mit einem Koordinatenschreiber kann der Verluststrom abhängig von der Prüfspannung aufgeschrieben werden. Magnetische Eisenuntersuchungen durch einfache Strom- und Spannungsmessung bei sinusförmiger Induktion erfordern bei kleinen Proben Instrumente mit geringstem Eigenbedarf. Auch hier schafft die Vereinigung: Phasenschieber — Schwinggleichrichter — Instrument ganz neue Meßmöglichkeiten im Ferrometer, welches den Magnetisierungsstrom, seine Wirk- und Blindkomponente, den Leerlaufwinkel und die Induktion unmittelbar zu messen erlaubt. — Der Bau von Meßwandlern verlangt lückenlose Ermittlung der Fehlerkurven. Hier konnte unter Verwendung von Schwingkontakt-Gleichrichtern ein Verfahren entwickelt werden, das eine sofortige Aufzeichnung des Übersetzungs- und Winkelfehlers abhängig vom Strom bzw. der Spannung durch einen Koordinatenschreiber besonderer Bauart ermöglicht.

Aus dem Gau Thüringen.

Über „Neuerungen auf dem Gebiete der öllosen Schalter und ihrer Antriebe" trug Dr.-Ing. L. Schmitz am 15. 10. d. J. vor dem Gau vor. Als Löschmittel für einen neuen Schalter wird strömende Luft verwendet. Die zum Beblasen der Lichtbogenstrecke benötigte Preßluft wird beim Ausschalten durch den Schalter selbst erzeugt. Durch die Konstruktion wird erreicht, daß der Lichtbogenansatzpunkt an der bewegten Elektrode während des ganzen Schalthubes an der wirksamsten Stelle der Luftströmung steht. Trotz des geringen Überdruckes wird eine hohe Schaltleistung erzielt. Das Verwendungsgebiet des Schalters ist dort, wo ein Hochleistungsschalter zu teuer ist, normale Trennschalter die Schaltleistung aber nicht beherrschen, z. B. zum Auftrennen von Hochspannungsringen, zum Zu- und Abschalten von Transformatoren unter Last, zum Umschalten von Lasten von einem Sammelschienensystem zum andern. Ein weiteres wichtiges Gebiet wird durch die Vereinigung mit Hochleistungssicherungen eröffnet, eine Maßnahme, die auf dem Gebiete der Niederspannung schon lange all-

[1]) Vgl. ETZ 56 (1935) H. 13, S. 380.



gemein üblich ist. Den Kurzschlußschutz übernehmen die Sicherungen, den Überlastungsschutz und das betriebsmäßige Schalten der Leistungstrennschalter. Durch richtige Wahl der Sicherungen erreicht man, daß die Sicherungen nur beim Kurzschluß ansprechen, nicht dagegen bei irgend welchen Überlastungen. Sicherungen sind besonders bei kleinen Nennstromstärken der billigste und betriebssicherste Kurzschlußschutz. Durch eine besondere Anordnung ist es auch gelungen, trotz des Durchgehens nur einer Sicherung ein dreiphasiges Abschalten zu erreichen. Ein Auswechseln der Sicherungen kommt nur dann in Frage, wenn infolge eines metallischen Kurzschlusses der Kurzschlußstrom so groß geworden ist, daß die Schaltleistung des Trennschalters überschritten wird. Das Auswechseln der Sicherungen spielt dann aber im Vergleich mit der Beseitigung des Kurzschlusses weder zeitlich noch geldlich eine Rolle. Es wurde ferner ein neuer Antrieb beschrieben, der wegen der verwendeten Einzelteile bemerkenswert ist. Ein normaler Startermotor für Kraftwagen in Verbindung mit einer ebenso normalen Starterbatterie bewirkt die Einschaltung von Hochspannungsschaltgeräten ohne Verwendung eines Federkraftspeichers. Das hohe Anzugsmoment der Hauptstromstartermotoren reicht aus, Ölschalter und Leistungstrennschalter mit genügender Geschwindigkeit ein- und auszuschalten. Klein-Trockengleichrichter halten die Batterie in ständig geladenem Zustande. In besonders schwierigen Fällen wird man Nickel-Eisen-Batterien verwenden. Durch Hinzufügen eines Wiedereinschalterelais ist dann auch das selbsttätige Wiedereinschalten möglich. Mit Hilfe dieses Antriebs lassen sich viele Aufgaben der selbsttätigen Schaltung lösen.

Aus dem Gau Nordsachsen.

Über „Gewitterstörungen in Hochspannungsleitungen und ihre Bekämpfung durch gründliche Erdung“ berichtete am 18. 10. Herr Dr.-Ing. G. Lehmann VDE, Dresden.

Auf Grund der vom Vortragenden früher[1]) niedergelegten Untersuchungsergebnisse im Netz der AG. Sächsische Werke (ASW) wurden auf verschiedenen, in sehr gewitteranfälligen Gebieten des sächsischen Erzgebirges verlaufenden Hochspannungsleitungen Erdungsverbesserungen vorgenommen, und zwar wurden je nach den angetroffenen örtlichen Verhältnissen entweder Rohr- oder Banderder verwendet. Die Banderder wurden überall da angewendet, wo eine genügend starke Humusschicht die Gewähr dafür bot, daß diese Erder bei trockener Jahreszeit nicht austrocknen. In allen anderen Fällen mußte das Grundwasser in der Nähe der Leitungsmaste festgestellt und ein Rohrerder durch Tiefbohrung bis in die Grundwasserführung eingeführt werden. Der Wellenwiderstand der Bodenseile ist abhängig von der Tiefe, in der sie verlegt werden, und von der Leitfähigkeit des Erdreiches. Bei etwa 50 cm Eingrabetiefe und unendlich steilen Wellen ergibt sich ein Wellenwiderstand von etwa 120 Ω, während oberirdisch verlegte Erdseile einen Wellenwiderstand von 250 bis 300 Ω aufweisen. Da nun die Grundwasserführungen in dem felsigen Gelände die beste Leitfähigkeit aufweisen, dürfte die metallische Verbindung zwischen Mast und Grundwasserführung die beste Lösung der Erdungsfrage darstellen. Die Bohrlöcher werden mit Hilfe eines besonders entwickelten Schlagbohrers zu verhältnismäßig niedrigen Kosten durchgeführt; besondere Sorgfalt ist auf das Einsetzen und Feststampfen des Rohres selbst zu legen.

[1]) G. Lehmann, Doktor-Dissertation T. H. Dresden; vgl. a. ETZ 53 1932) S. 980 u. 1252.

Diese Erdungsverbesserungen haben sich nun im Betriebe sehr gut bewährt. Innerhalb der verbesserten Strecke der 100 kV-Ltg. Dresden/Süd—Chemnitz/Süd bei Flöha sind die aufgetretenen Gewitter von 2 beauftragten Förstern beobachtet und aufgezeichnet worden. 1931 sind 25 Gewitter und im Jahre 1932 über 12 schwere Gewitter über der Leitung beobachtet worden. Im Jahre 1933 liegen die Zahlen der gemeldeten Gewitter etwa in der gleichen Höhe. In den Jahren 1931 bis heute sind an keinem der erdverbesserten Maste Beschädigungen an den Seilen und Isolatoren aufgetreten. Daß die Maste jedoch tatsächlich Blitzeinschläge erhalten haben, ist durch besondere Aufzeichnungsmittel erwiesen worden. 1932 sind auf mehreren Strecken sogenannte Blitzeinschlag-Anzeiger eingebaut worden. Ferner wurden an erdverbesserten Masten die von der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen entwickelten sogenannten Stahlstäbchen eingebaut[2]). Die Nachmessung der Stahlstäbchen hat ergeben, daß die überwiegende Mehrzahl der Blitzstromstärken in Sachsen in der Größenordnung von 10 000 bis 20 000 A liegt. Es sind jedoch auch Blitzeinschläge bis zu 50 000 A und in einem Falle in der Gegend von Chemnitz sogar 125 000 A gemessen worden. — Der Vortragende berichtete weiter noch über den derzeitigen Stand der Forschungen der physikalischen Wünschelrute.

[2]) ETZ 55 (1934) S. 505 u. 536.

Gau-Veranstaltungen.

VDE, Gau Thüringen, Erfurt. 14. 12. (Sa), 19 h, Haus Kossenhaschen: Weihnachtsfest, verbunden mit der Feier des 25jährigen Bestehens. Gäste herzlich willkommen.

VDE, Gau Hansa, Hamburg. 18. 12. (Mi), 20 h, Techn. Staatslehranstalten: „Die Elektrochemie der Leichtmetalle. Ihre Gewinnung und elektrolytische Veredelung“ (m. Lichtb.). Dr. H. Fischer.

VDE, Gau Köln. 13. 12. (Fr), 20 h, Lese-Gesellschaft: „Der gewitterfeste Transformator“. Dr.-Ing. H. Frühauf.

VDE, Gau Niederrhein, Krefeld. 17. 12. (Di), 20 h 15 m, Hotel Europäischer Hof: „Aluminiumkabel, deren Verwendung und Verlegung unter bes. Berücks. d. Herstellung ihrer Verbindungen“. Dipl.-Ing. F. Otten.

VDE, Gau Nordsachsen, Leipzig. 18. 12. (Mi), 20 h, Grassi-Museum: „Die Entwicklung der Elektrochemie in den letzten Jahren“ (m. Lichtb.). Prof. Dr. G. Masing.

VDE, Gau Magdeburg. 17. 12. (Di), 20 h 15 m, Festsaal der Ver. Techn. Staatslehranstalten: „Die heutigen Elektrizitätstarife und ihre künftige Entwicklung“. G. Stiemer VDE.

VDE, Gau Nordbayern, Nürnberg. 13. 12. (Fr), 20 h, Vortragssaal der SSW: „Neuere Anschauungen über Kontakte“. Dr. L. Schmitz VDE.

VDE, Gau Bergisch Land, Wuppertal-Elberfeld. 17. 12. (Di), 20 h, „Saal der Technik“: Gaujahresversammlung und Kurzvortrag.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

E. W. Rice †. — Am 25. 11. starb in Schenectady Dr. Edwin Wilbur Rice jr., Ehrenvorsitzender des Aufsichtsrates der General Electric Company, im Alter von 73 Jahren. Dr. Rice hatte 1876/80 als Schüler von Prof. Dr. Elihu Thomson die Central High School in Philadelphia besucht und wurde dann Mitarbeiter seines Lehrers in der Thomson-Houston Co. Diese Gesellschaft vereinigte sich später mit der Edison General Electric; das Aufblühen der GEC zu ihrer heutigen Bedeutung ist vor allem das Verdienst von Dr. Rice, der von 1892 als technischer Direktor, von 1913 bis 1922 als Präsident die Geschicke des Unternehmens leitete. Unter seiner Anregung und Mitarbeit entstand auch das Forschungslaboratorium in Schenectady, dem die GEC so manche technische Großtat zu danken hat. Dr. Rice war selbst ein fruchtbarer Erfinder, wie seine zahlreichen Patente bezeugen, und besaß außerdem die seltene Gabe, Arbeiten anzuregen und die richtigen Männer dafür einzusetzen. Seine Lebensarbeit brachte ihm vielfältige äußere Ehrungen, u. a. mehrfache Ernennung zum Ehrendoktor und die Verleihung der Edison-Medaille[1]). Nachdem er 1922 die Präsidentschaft der GEC niedergelegt hatte, weilte Dr. Rice längere Zeit auch in Deutschland, wo er unter den Fachgenossen zahlreiche Freunde besaß.

[1]) Vgl. ETZ 53 (1932) S. 422.



A. Franke. — Am 7. Dezember d. J. vollendete Herr Dr.-Ing. E. h. Dr. phil. Adolf Franke sein 70. Lebensjahr. Weit über die Grenzen seines Sondergebiets und weit über die Grenzen Deutschlands hinaus ist Dr. Franke bekannt als einer der erfolgreichsten Förderer der Schwachstrom-Elektrotechnik.

Franke wurde in Lingen a. d. Ems als Sohn eines Gymnasialdirektors geboren, besuchte das Gymnasium in Celle und wandte sich dann dem Studium der Physik in Heidelberg und Berlin zu. 1888 bezog er die T. H. Hannover, um Elektrotechnik zu studieren.

Seine Ingenieurlaufbahn begann er im Telegraphen-Ingenieurbüro des Reichspostamtes. Dann wurde er Oberingenieur der Berliner Uraniasäulen-Gesellschaft, und als hieraus die Gesellschaft „Normalzeit" entstand, betraute man ihn mit dem Posten des technischen Direktors. 1891, im Jahr der ersten elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt a. M., promovierte er an der Universität mit einer Arbeit: „Die elektrischen Vorgänge in Fernsprechleitungen und -apparaten" und entwickelte schon damals die heute noch verwendete Hochfrequenz-Wechselstrommaschine (Frankesche Maschine) für Meßzwecke. 1896 trat Dr. Franke in die Dienste der Firma Siemens & Halske, der er nun bereits fast 40 Jahre sein reiches Wissen und Können zur Verfügung stellt; von 1921 an führte er 10 Jahre lang den Vorsitz im Vorstande der Siemens & Halske AG.



A. Franke.

Es gibt kaum ein Gebiet der Nachrichtentechnik, das nicht von Dr. Franke maßgebend beeinflußt worden ist. Die Weiterbildung des Pendeltelegraphen, die Einführung des Ferndruckers, die Errichtung der Großfunkstelle Nauen sind einige von den technischen Fortschritten, die Dr. Franke vorwiegend, wenn nicht ganz zu danken sind. An der Entwicklung des Siemens-Schnelltelegraphen hatte er ebenfalls hervorragenden Anteil.

Besondere Verdienste hat sich Dr. Franke um die Ausbildung des technischen Nachwuchses erworben. 1922 wurde auf seine Anregung und unter seiner tatkräftigen Unterstützung ein Verein „Fachschule für feinmechanische Technik" ins Leben gerufen, und dieser gründete in Gemeinschaft mit der Stadt Berlin die Gauß-Schule. Dr. Franke ist auch als Vertreter zahlreicher technisch-wissenschaftlicher Arbeiten hervorgetreten, die zum weitaus größten Teil in den Spalten der ETZ erschienen sind.

1932 schied Dr. Franke aus dem Vorstand aus, wurde in den Aufsichtsrat von S & H und SSW berufen und mit der einheitlichen Führung aller Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Hause Siemens betraut. Die wissenschaftliche Welt hat seine Verdienste durch viele Ehrungen anerkannt. Er ist u. a. Ehrendoktor der T. H. Charlottenburg; 1926 wurde ihm die Siemens-Stephan-Gedenkplatte und 1930 die bronzene Heinrich-Hertz-Medaille verliehen. Bei aller Sachlichkeit zeichnet sich Dr. Franke durch große Menschenkenntnis, Menschenliebe und Liebenswürdigkeit aus, und diese schönen rein menschlichen Eigenschaften haben ihm neben seinen Verdiensten als Ingenieur und Industrieführer den großen Freundeskreis erworben, der nun dem rüstigen Jubilar in aufrichtiger Mitfreude und Dankbarkeit seine Glückwünsche darbringen wird.

LITERATUR.

Besprechungen.

Taschenbuch für die Lichtbogenschweißung. Von Obering. K. Meller. Mit 83 Abb., VIII u. 189 S., Format F. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1935. Preis geb. 5 RM.

Die Lichtbogenschweißung hat sich in den letzten Jahren so weit entwickelt, daß sie heute im Stahlbau und in allen Zweigen des Maschinenbaues vielseitige Anwendung findet. Auch im Bau-, Schmiede- und Schlossergewerbe hat sie sich, vor allem bei Ausbesserungen, sehr gut bewährt. Infolgedessen ist die Zahl der an der Lichtbogenschweißung interessierten Kreise in letzter Zeit stark gestiegen. Nicht nur der Schweißer selbst, sondern auch der Betriebsleiter und der Entwurfs-Ingenieur müssen mit den Grundlagen der Lichtbogenschweißung vertraut sein, um entscheiden zu können, wann und wie bei Neuanfertigungen und Ausbesserungen die elektrische Schweißung mit Vorteil anzuwenden ist.

Es ist daher sehr zu begrüßen, daß in dem Taschenbuch alles Wesentliche der Lichtbogenschweißung kurz aber klar zusammengestellt ist. In fließender und allgemeinverständlicher Sprache sind auf 190 Seiten die für die Lichtbogenschweißung erforderlichen Einrichtungen, die Eigenheiten der verschiedenen Schweißstäbe, die Gesichtspunkte für ihre richtige Auswahl und die praktischen Ausführungen von Schweißungen bei Stahl, Gußeisen und Nichteisenmetallen behandelt. Dabei sind wertvolle Winke für die Vermeidung von Fehlern gegeben. Der Festigkeitsberechnung und der Prüfung von Schweißverbindungen sind weitere Abschnitte gewidmet. Auch für die Vorausberechnung der Schweißkosten sind Rechnungsgang und Anhaltswerte angegeben. — Das Taschenbuch kann allen empfohlen werden, die sich in kurzer Zeit mit den wesentlichen Grundlagen der Lichtbogenschweißung vertraut machen wollen, und bietet auch dem Eingeweihten ein wertvolles Nachschlagewerk. O. Zdralek.

Electrical Water Heating with special reference to the domestic storage heater. Von D. J. Bolton, Ph. C. Honey u. N. S. Richardson. Mit 66 Abb., VIII u. 188 S. in 8⁰. Verlag Chapman & Hall, Ltd., London 1935. Preis geb. 7 s 6 d.

Die drei Verfasser, Theoretiker, Heißwasser- und Installationsfachmann, haben hier in glücklicher Gemeinschaftsarbeit ein außergewöhnlich eingehendes und erschöpfendes Werk über elektrische Heißwasserbereitung geschaffen. Im ersten Teil des Buches wird die Theorie der Heißwasserspeicher behandelt und die angewandten Apparatetypen beschrieben. Der zweite Teil handelt von den verschiedenen Arten der Heißwasserbereitung im Haushalt. Im dritten Teil wird von den Anwendungsaussichten, dem Verbrauch, den Tarifen, dem Absatz, der Bedienung usw. berichtet. Außer allgemeinen Betrachtungen werden auch Einzelheiten der Elektro-Heißwasserbereiter besprochen, wie z. B. die Arten der Befestigung der Speicher, die Rohrleitungen der verschiedenen Anlagensysteme, die Temperaturregler, die Heizkörper usw. Es gibt nichts auf dem Gebiet der elektrischen Heißwasserbereitung, was hier nicht besprochen wird. A. Wiese.

Berichtigungen.

In H. 48 der ETZ 1935 auf S. 1312 in der Bekanntmachung über Isolierstoffe ist die Kennnummer der Firma Wilhelm Burgbacher, Neukirch (Baden) (Station Furtwangen), im Überwachungszeichen T2 statt L2.

Im Aufsatz „Die Anwendungen piezoelektrischer Kristalle in der Elektrotechnik", H. 49 der ETZ d. J., soll auf S. 1321 rechts unten die letzte Gleichung nachstehende Form haben:

$$U = \frac{Q}{C} = 26 \cdot 10^{-2} \text{ in elektrostat. Einheiten;}$$ das entspricht 78 V.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 6. Dezember 1935.



Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 19. Dezember 1935 | Heft 51

Die elektrischen Einrichtungen des Schluchseewerkes.

Von Dipl.-Ing. W. Leitner, Karlsruhe.

621. 311. 21

Übersicht. Die elektrischen Einrichtungen eines der größten deutschen Pumpspeicherwerke, von dem bisher an dieser Stelle nur allgemein berichtet werden konnte[1]), werden beschrieben. Hierbei werden diejenigen Einrichtungen des Werkes eingehender behandelt, die für die Erfüllung seiner besonderen Aufgaben als Lieferer von Ergänzungs- und Spitzenstrom von Bedeutung sind.

Das seit vier Jahren in Betrieb befindliche Schluchseewerk bildet nur den ersten Teilausbau eines Bauvorhabens, welches die Ausnutzung des 620 m betragenden Gefälles zwischen dem im südlichen Schwarzwald im Niederschlagsgebiet des Feldberges gelegenen Schluchsee und dem Oberrhein zum Ziele hat. Dieser Plan war aus dem Bedürfnis entstanden, für die im Ausbau fortschreitenden Oberrheinstufen ein leistungsfähiges Werk zur Lieferung von Ergänzungs- und Spitzenkraft zu erhalten.

Die vorhandene Anlage mit insgesamt 310 bis 340 m Fallhöhe umfaßt 2 Kraftwerke, nämlich das Hauptkraftwerk Häusern und das einen Teil des Gefälles der zweiten Ausbaustufe ausnutzende Werk Eichholz. Anlage Häusern vereinigt in sich ein Speicherwerk mit natürlichem Zufluß[2]) und ein Pumpspeicherwerk, wobei beide Nutzungsmöglichkeiten ungefähr gleichwertig sind. Das Werk Eichholz ist ein reines Erzeugerwerk, das in der Regel nur im Winter in Betrieb ist, wenn das im Schluchseebecken aufgespeicherte Wasser verarbeitet wird. Bei gefülltem Schluchseebecken beträgt die verfügbare Gesamtleistung 152 000 kW, bei abgesenktem Becken 126 500 kW. Die mittlere Jahreserzeugung beider Werke liegt bei 73 Mill kWh, wozu noch etwa 60 Mill kommen, die durch Verwendung von Nachtstrom fremder Werke mittels der Pumpspeicherung gewonnen werden.

Mit dem Bau der Gesamtanlage wurde im Frühjahr 1929 begonnen, die letzte Maschine kam 1931 in Betrieb. Über den tiefbaulichen und maschinentechnischen Teil ist an anderer Stelle berichtet[3]).

Das Werk erfüllt mit dem Speichervermögen des Schluchsees von insgesamt 79 Mill kWh in hervorragendem Maße die Bedingungen einer Augenblicksreserve. Dieser besonderen Aufgabe ist beim Aufbau des Werkes in jeder Weise Rechnung getragen; die Bereitschaft und Schnelligkeit des Einsatzes wird durch Selbst- und Fernsteueranlagen für die Maschinen des Werkes Häusern beträchtlich erhöht.

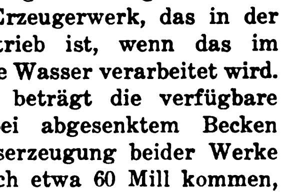


Abb. 1. Schluchseewerk Häusern, Maschinenhaus-Querschnitt.

Das Kraftwerk Häusern.

Das Kraftwerk Häusern enthält vier Maschinensätze mit senkrechter Welle (Abb. 1) und eine Hausmaschine. Jede der vier Maschinen besteht aus einer Francis-Spiralturbine von 34 200 bis 49 300 PS bei 150 bis 190 m Nutzgefälle, einem Drehstromgenerator für eine Nennleistung von 32 000 kVA bei 10 500 V ± 10 % und 333⅓ U/min, einer hydromechanischen Kupplung[4]) für eine hydraulische Übertragungsleistung von 10 000 PS und eine mechanische von 27 000 PS, endlich aus einer Speicherpumpe für eine Fördermenge von 8,0 bis 10,5 m³/s bei 200 bis 150 m Förderhöhe entsprechend einer Antriebsleistung von 20 000 bis 24 000 kW. Die Hausmaschine, ebenfalls in senkrechter Anordnung, besteht aus einer Francis-Spiralturbine, unmittelbar gekuppelt mit einem Generator 600 kVA bei 380 V; mittels einer hydraulischen Kupplung läßt sich eine Lenzpumpe zur Krafthausentwässerung mit dem Generator kuppeln, wobei die Turbine leer mitläuft.

---

[1]) ETZ 50 (1929) S. 267.
[2]) Wie Fußnote 1, Abb. 1 u. 2.
[3]) Bautechn. 8 (1930) S. 259; Schweiz. Bauztg. 105 (1935) S. 61.
[4]) Escher Wyss Mitt. 5 (1932) H. 5, S. 129.



Die Generatoren sind bei Inkaufnahme einer Temperaturüberschreitung von 5° über R.E.M. dauernd mit 35 000 kVA belastbar, um in Anbetracht des Reservecharakters der Anlage zur Spitzenzeit gegebenenfalls alle Möglichkeiten voll ausnutzen zu können. Der Forderung nach ausreichender Stabilität bei anormalen Spannungssenkungen im Netz ist bei der Bemessung der Generatoren Rechnung getragen, auch wurde darauf bei der Auslegung der Pumpe unter der Annahme gleichzeitiger Abgabe voreilender Blindlast Rücksicht genommen. Im Phasenschieberbetrieb gibt der Generator bei $\cos \varphi = 0$ übererregt 26 000 kVA ab. Die Dämpferwicklung ist so bemessen, daß auch bei einphasiger Dauerlast mit Regelstrom keine schädlichen Wirkungen auftreten. Das Segmentspurlager, welches außer den Gewichten der umlaufenden Teile den hydraulischen Schub der Turbine aufzunehmen hat, ist für 235 t bemessen. Eine Öldruckbremse gestattet die Abbremsung des Schwungmomentes von 770 tm² in etwa 5 min. Der Generator besitzt Ringlaufkühlung, im Winter wird die Abluft in üblicher Weise zur Heizung des Maschinenhauses benutzt.

Abb. 2. Schluchseewerk Häusern, Schema der 115 kV- und der 10 kV-Schaltanlage.

Von den Klemmen des Generators leiten acht parallelgeschaltete Dreileiterkabel von je $3 \cdot 185$ mm² Cu-Querschnitt im 175 m langen Kanal die elektrische Energie zur Schaltanlage. Deren Grundrißanordnung ergab sich einerseits aus dem verfügbaren Raum zwischen Krafthaus, Ausgleichweiher (Schwarzabecken) und Straße, anderseits aus der Notwendigkeit, die vier abgehenden 110 kV-Leitungen der ihren Energieanteil unmittelbar beziehenden Gesellschafter, RWE und Badenwerk, möglichst günstig vom Kraftwerk wegzuführen. Von den vier abgehenden Leitungen führen zwei von je 15,9 km Länge nach dem südöstlich gelegenen Umspannwerk Tiengen des RWE, zwei von je 9,5 km Länge münden bei Berau in die 110 kV-Leitung Villingen—Laufenburg des Badenwerkes. Jeder Maschinensatz bildet mit seinem Umspanner und der zugehörigen Leitung eine Einheit, so daß, wie das Schaltbild Abb. 2 erkennen läßt, auf die Einrichtung von Sammelschienen sowohl in der 110 kV-Freiluftanlage als auch in der als Hallenbau ausgeführten 10 kV-Anlage verzichtet werden konnte. Eine 110 kV-Hilfsschiene gestattet im Bedarfsfalle eine Verbindung des RWE- und Badenwerkteiles; in der 10 kV-Anlage ist die Möglichkeit des Einbaues einer Hilfsschiene gewahrt, um später, wenn es sich als notwendig erweisen sollte, wechselweise einen Generator auf den Umspanner des anderen Generators schalten zu können. Die Hauptumspanner, selbstgekühlt mit zusätzlicher Fremdlüftung, entsprechen hinsichtlich Nennleistung und Überlastbarkeit den Generatoren.

Zur Versorgung der Außenstellen des Werkes wurde die in dem benachbarten Versorgungsunternehmen vorhandene Spannung von 16 000 V gewählt. Im vorliegenden Falle ergab sich die billigste und einfachste Lösung in der Weise, daß zwei Umspanner mit einer dritten Wicklung für diese Spannung ausgestattet wurden, an welche (Abb. 3) auch die Haustransformatoren 16 000/380/220 V angeschlossen sind. Regeltransformatoren auf der 16 kV- und 400 V-Seite ermöglichen die Einstellung der erforderlichen Spannung, unabhängig von der größere Unterschiede aufweisenden Spannung im 100 kV-Netz.

Sämtliche Leistungsschalter der Anlage sind noch Ölschalter, weil der öllose Schalter z. Z. der Errichtung des Werkes noch nicht ausreichend erprobt war. Die Kurzschlußleistungen sind für die 100 kV-Ölschalter 1000 MVA, für die 16 kV-Ölschalter 200 MVA. Bei den zwei Gruppen mit Dreiwicklungsumspannern war ein besonderer Leistungsschalter auf der 10 kV-Seite erforderlich, um die Versorgung der 16 kV-Anlage und des Hausbedarfes auch bei stilliegendem Maschinensatz durchführen zu können. Zur Schnellsynchronisierung erhielt jede Maschine auf der 10 kV-Seite eine Drosselspule von $3 \cdot 1{,}72\,\Omega$ Reaktanz, die nach dem Abklingen des Ausgleichstromes durch einen Ölschalter überbrückt wird (Abb. 2). Die Drossel erlaubt ein dreimal aufeinanderfolgendes Synchronisieren, ohne sich übermäßig zu erwärmen. Die 16 kV-Anlage (Abb. 3) ist wie der 10 kV-Teil als Hallenanlage in versenkter Bauweise[5]) erstellt, weil Kostenvergleiche für eine Freiluftausführung keinen Vorteil ergaben.

Die Schutzeinrichtungen des Kraftwerkes bewirken je nach der Gefährlichkeit der Auslöseursache entweder nur eine Warnungsmeldung oder eine Abschaltung verbunden mit Entregung des Generators. Bei Fehlern innerhalb des Generators (Kurzschluß oder Windungsschluß) folgt dem Abschalten durch Differentialfein- bzw. Windungsschlußschutz der Schnellschluß der Turbine. Bei selbsttätigem Betrieb der Maschine wird auch durch die Schutzarten, die im Handbetrieb nur ein Abschalten und

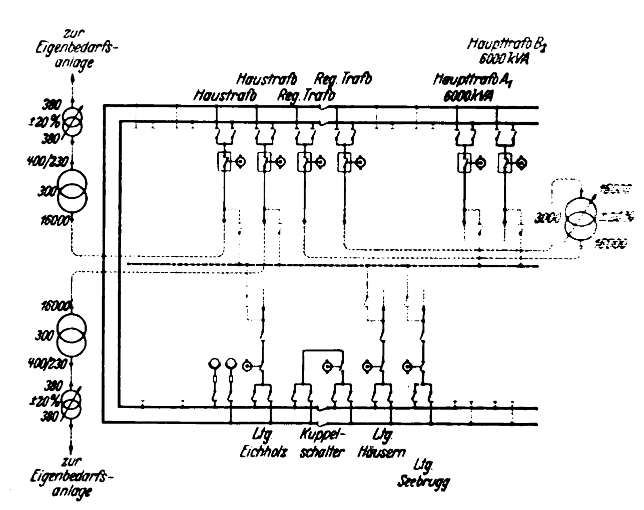


Abb. 3. Schluchseewerk Häusern, Schema der 16 kV-Schaltanlage.

Entregen des Generators hervorrufen, die Turbine selbsttätig, aber ohne Beschleunigung stillgesetzt. So z. B. durch Überspannungsrelais, die beim Versagen des Schnellreglers für den Fall plötzlicher Entlastung des Generators ansprechen. Der Erdschlußschutz nach Bütow[6]) überwacht die gesamte Ständerwicklung vom Nullpunkt bis zu den 10 kV-Klemmen und gestattet im Falle eines Erdschlusses infolge Begrenzung der auftretenden Fehlerströme auf geringe Werte die Fortsetzung des Betriebes bis zum erfolgten Einsatz einer Reserve. Den Bereich zwischen Generatornullpunkt und dem zugehörigen Um-

[5]) Z. B. Umspannwerk Rheinau, Brown Boveri-Mitt. 15 (1928) S. 52.
[6]) Siehe die Schrift „Generatorenschutz" von Dr.-Ing. Bütow, im Selbstverlag der Elektr. AG. vorm. Lahmeyer.

spanner einschl. seiner zwei bzw. drei Wicklungen überwacht ein gröber eingestellter Differentialschutz, der auf alle zugehörigen Ölschalter und auf die Entregung des Generators wirkt. Fehler in den Umspannern werden außerdem durch vorhandene Buchholzrelais erfaßt. Auf den Relaisfeldern für den Schutz befindet sich je Maschine ein Zehnfachschreiber, der die Schalterbetätigungen und das Arbeiten der Schutzeinrichtungen zeitlich festhält.

Ein Anbau zum Krafthaus enthält im Keller- und Erdgeschoß sowie in seinem ersten Stock Werkstatt- und Lagerräume, die Geschäftsräume der Betriebsleitung und die Räume zur Unterbringung der Nebeneinrichtungen des Werkes.

Der zweite Stock umfaßt die Räume für die Schaltwarte, für die Relaistafeln der Selbst- und Fernsteueranlage der Maschinen Häusern, für die Schutz- und Zählertafeln, endlich die Räume für Draht- und Hochfrequenz-Fernsprechanlage und für die Zentraluhrenanlage.

Die Warte konnte klein gehalten werden, weil Belichtung von oben die Ausnutzung aller vier Wände ermöglichte und außerdem durch Zusammenfassung der für den Betrieb wesentlichen Meldungen und Messungen auf einem Leuchtschaltbild an Platz gespart wurde.

Da die Eigenart des Werkes als Spitzenwerk und Augenblicksreserve ein häufiges Zu- und Abschalten der Maschinensätze bedingt, wobei Schaltfehler sehr unangenehme Folgen bringen könnten, wurde das Leuchtschaltbild der Warte mit einem Schaltfehlerschutz verbunden[7]). Auf dem Leuchtschaltbild werden auch die Zustände an den Maschinen wiedergegeben. Die Sinnbilder der Stromschienen sind durch die Farben grün und weiß in spannungsfreie oder unter Spannung stehende unterschieden, ebenso auch die schematischen Abbildungen der Rohrleitungen und Maschinengehäuse in drucklose oder unter Betriebsdruck stehende. Für die elektrischen und hydraulischen Schalter ist zur Stellungsanzeige die dritte Farbe rot verwendet; Zwischenstellungen werden durch Blinklicht wiedergegeben. Die in Schattenpfeilbauart verwendeten Instrumente zur Messung der elektrischen Größen und der Leitschaufelöffnungen der Turbinen und Pumpen sind zwischen den Symbolen des Leuchtbildes sinngemäß eingefügt.

Auf den Schaltpulten sind in Form eines Blindschemas die Symbole des elektrischen Teiles in zusammengedrängter Form zu dem Zweck wiederholt, die Steuerquittungsschalter dort anzuordnen, wo in Wirklichkeit der betreffende Schalter sitzt. Zur Betätigung der Steuerwalze für die Kommandogabe an die Selbst- und Fernsteueranlage dient ein Handrad am Maschinenpult. So hat der Schaltwärter alle Schaltgeräte für den selbsttätigen Betrieb oder für Betrieb mit Handsteuerung in übersichtlicher Form vor sich.

Dem Schaltfehlerschutz dient insbesondere eine Abfragestellung des Steuerquittungsschalters auf dem Schaltpult, die sich zwischen Aus- und Ein-Stellung befindet. Durch Drehen in diese Stellung befragt der Schaltwärter das Leuchtschaltbild über die Zulässigkeit der beabsichtigten Schaltung. Das Leuchtschaltbild meldet dann durch Blinklicht an den Schalterzeichen und Flimmerlicht bei den Stromschienen bzw. Umspannern den bevorstehenden Zustand an. Bei unzulässigen Schaltungen leuchten am Kopf des Schaltbildes Warntransparente auf, überdies verhindert der „Blockapparat“ des Schaltfehlerschutzes, daß ein trotzdem gegebener Schaltbefehl durchgeht.

Die sonstigen für die Betriebsüberwachung erforderlichen Instrumente und die Betätigungseinrichtungen für den Eigenbedarf befinden sich auf anderen Schalttafeln innerhalb der rechteckig ausgebildeten Warte. Besonders erwähnt sei noch die Störungsmeldeanlage[8]), welche sämtliche Gefahrzustände in der Anlage erfaßt. Der auftretende Fehler meldet sich akustisch und optisch, je nach Art der Unregelmäßigkeit mit wiederholter Zeichengabe. Die Anlage arbeitet teils mit Ruhe-, teils mit Arbeitsstrom. Drahtbruch, Spannungslosigkeit oder Erdschlüsse der Gefahrmeldeanlage, welche deren Betriebsbereitschaft beeinträchtigen würden, melden sich selbst. Außerdem kann das richtige Arbeiten der einzelnen Teile ohne Störung des Betriebes jederzeit überprüft werden.

(Schluß folgt.)

[7]) Siche Brown Boveri-Druckschrift „Schalterfehlerschutz“.

[8]) DRP 454 155 u. 470 212.

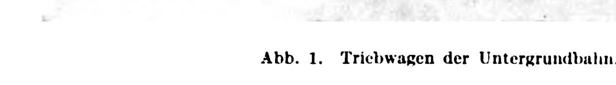
Die Untergrundbahn in Tokyo.

Von F. Nettel, Tokyo.

621. 331 : 625. 4 (52)

Übersicht. Einleitend wird die Verkehrslage Tokyos als Hafenstadt und Hauptstadt Japans erläutert und auf die verschiedenen Verkehrsmittel kurz eingegangen. Die U-Bahn Tokyos und ihr zukünftiger Zustand werden eingehend beschrieben.

Die Erdbebengefahr, erinnert sei an das furchtbare Erdbeben 1923, das Tokyo und Yokohama praktisch dem Erdboden gleichmachte, und die nicht besonders günstigen geologischen Verhältnisse machten jahrelange Vorarbeiten für den Bau einer Untergrundbahn erforderlich. Verantwortliche Fachleute machten Studienreisen in alle Weltstädte, um Unterlagen für die geeignete Bauweise zu beschaffen.


Abb. 1. Triebwagen der Untergrundbahn.

Der Baugrund eines großen Teiles von Tokyo ist junges Alluvialland mit hochliegendem Grundwaser, so daß in vieler Hinsicht Ähnlichkeit mit Berliner Verhältnissen festgestellt wurde. Man wählte deshalb auch eine der Berliner ähnliche Bauweise, wenn auch in verschiedenen Einzelheiten andere Wege beschritten wurden.

Die Verkehrsmittel Tokyos.

Tokyo ist Hafenstadt und liegt an der Mündung des Sumidaflusses. Es können aber nur Schiffe bis 6000 BRT anlegen. Als Überseehafen kommt dem etwa 30 km entfernten Yokohama überragende Bedeutung zu. Entsprechend der geographischen Form des Landes und der geschichtlichen Entwicklung ist Tokyo auch Durchgangspunkt des gesamten Verkehrs vom Westen (Kwansai), d. h. Kobe, Osaka, Nagoya, nach dem Norden, Sendai Aomori und der nächsten Insel Hokkaido und ist demnach als im verkehrstechnischen Rückgrat Japans gelegen zu denken.

In diesen national wichtigen Verkehr von Gütern und



Personen muß sich der örtliche Verkehr und der Anschlußverkehr an die von Tokyo aus fächerförmig ins Landinnere führenden Verkehrswege eingliedern.

Groß-Tokyo, d. h. die Stadt Tokyo mit den kürzlich zahlreich eingemeindeten Vororten, hat z. Z. 5,66 Mill Einwohner. Der dichtest bevölkerte Teil liegt im Umkreis von etwa 5 km um das Schloß Yeddo, das Residenzschloß des Kaisers von Japan.

(Kanda und Sinzyuku) sind durch eine S-förmige Schleife verbunden (Tyuo-Linie), die also den Hauptring zweiteilt. Eng mit dem eigentlichen Stadtverkehr verknüpft ist die Strecke Ueno—Tokyo Hauptbahnhof—Yokohama und neuerdings weiter über Kamakura (Badestrand) bis zum Kriegshafen Yokoska. Alle obengenannten Strecken werden von elektrischen Triebwagenzügen bedient (Gleichstrom 1500 V), und auch die Hauptstrecke nach dem

Zahlentafel 1. Die Bahnen um Tokyo.

Name der Bahn		Strecke in km	Motor-Wagen	Anhänge-Wagen	Jährliche Fahrgastzahl	Tonnen-Gütertransport/Jahr
Keihin Denki—Tetudo	Sinagawa—Yokohama	32,9	74	15	20 931 155	11 685,0
Ikegami D. T.	Omori—Gotanda, Ikegami-Kamata—Tamagawa	12,4	22	0	13 954 889	—
Meguro-Kamata Dentetu	Meguro—Kamata, Tamagawa—Ooi	23,5	38	20	34 583 758	39 954,0
Tokyo-Yokohama Dentetu . .	Sibuya—Sakuragityo, Meguro—Yodobasi	26,3	28	50	16 987 089	109 722,0
Tamagawa-D.	Sibuya—Tamagawa—Kinuta und Zweigstrecken	22,7	71	20	16 348 000	29 323,0
Teito D.	Sibuya—Kitizyoozi	12,1	9	0	1 851 000	—
Odawara Kyukoo D.	Sinzyuku—Odawara	109,8	(Lok. 4) 60	93	16 813 138	256 720,0
Keiwoo D.	Sinzyuku—Hatioozi	45,7	103	20	20 483 673	39 954,2
Seibu D.	Sinzyuku—Ogikubo, Takatanobaba—Kawagoe	64,0	56	18	16 904 810	26 774,0
(Tyuwoo sen)	Tookyoo—Koohu, Staatsbahn			Dampf		
Musasino D.	Sugamo—Hannô	63,7	(Lok. 5) 28	237	9 879 901	324 340,0
Toozyoo-sen	Ikebukuro					
Oozi D.	Ootuka-Oozi-Akabane-Mikawasima	16,5	93	0	15 261 030	0,0
(Toohoku-sen)	Ueno—Aomori Staatsbahn			Dampf		
Keisei D.	Ueno-Osiage-Tiba-Narita	83,3	76	10	22 540 173	—
(Zyooban-sen)	Ueno-Sendai Staatsbahn			Dampf		
Toobu Tetudoo	Asakusa-Nikkoo	402,7	128	103	23 481 881	81,3
(Soobu-sen)	Otyanomizu—Tiba Staatsbahn			Dampf		
Zyôtô D.	Kôtôbasi (Honzyoiku)—Terazimamati (Mukôzima-ku)	11,2	28	0	7 541 508	—

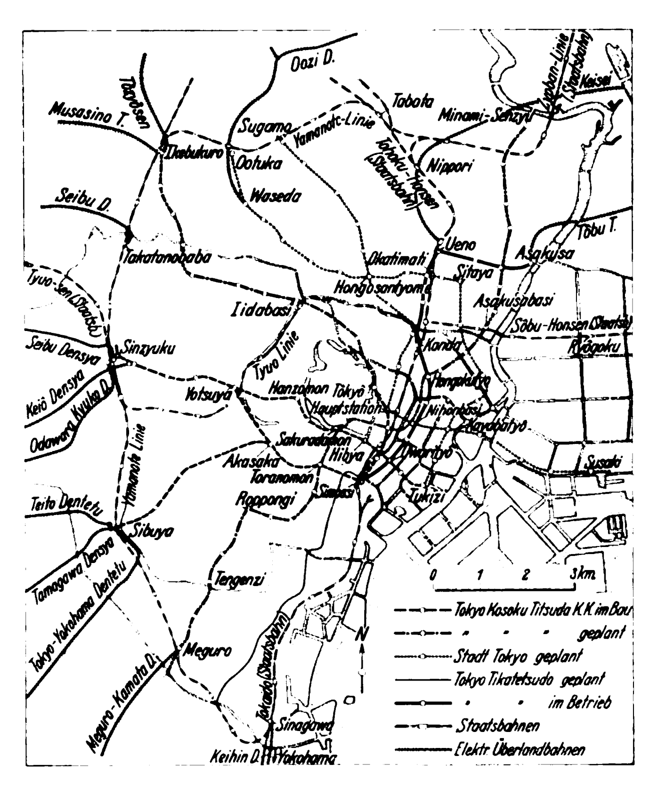


Abb. 2. Verkehrsplan von Tokyo.

Die Staatsbahn führt vom Westen über den großen Güterbahnhof Sinagawa nach dem Tokyo-Hauptbahnhof und weiter nach dem Ueno-Bahnhof, der Ausgangspunkt der Hauptstrecke nach dem Norden ist. Der Sinzyuku-Bahnhof ist auch als Ausgangspunkt für die Zentralbahn (Tyuo Tetsudo) aufzufassen, die über Nagano nach Nagoya führt. Ferner betreibt die Staatsbahn eine Ringbahn um Tokyo (Yamanote-Linie), ganz ähnlich der Berliner S-Bahn, die ebenfalls teilweise als Hochbahn ausgeführt ist (siehe Abb. 2). Zwei Punkte dieser Ringstrecke

Westen durch den vor kurzem fertiggestellten 7,8 km langen Tannatunnel (der durch stark vulkanisches Gebiet gebohrt wurde) bis Numazu ist elektrisch betrieben. Die Züge auf der Ring- und Tyuo-Linie bestehen aus 2 bis 7 Wagen. Die Zugabstände schwanken je nach Tageszeit von 2 bis 5 min.

Außer den genannten Strecken verlaufen fächerförmig von Tokyo in das Landesinnere 16 elektrische Bahnen, die größtenteils den Charakter von Überlandschnellbahnen haben, und die als Zubringer- bzw. Verteilungsbahnen auch die Verkehrslage im eigentlichen Tokyo entscheidend mitbeeinflussen. Wie weiter unten näher auseinandergesetzt werden wird, bilden die Hauptstrecken der künftigen Untergrundbahn gleichzeitig die organische Fortsetzung dieser Überlandstrecken in den Stadtkern Tokyos, wenn auch im Umsteigeverkehr. Die Zahlentafel 1 bringt eine Aufstellung über die Verkehrsverbindungen Tokyos mit dem übrigen Lande.

Daß neben den erwähnten Bahnen die Tokyo Städtischen Straßenbahnen mit einem weitverzweigten Streckennetz von insgesamt etwa 180 km und der jährlichen Fahrgastzahl von etwa 320 Mill eine wichtige Aufgabe erfüllen, bedarf keiner besonderen Hervorhebung. Wie in allen Weltstädten, beginnt die Straßenbahn auch in Tokyo in verkehrsreichen Straßen ein Hindernis für die glatte Abwicklung des ungeheuren Kraftwagen- und Autobusverkehrs zu werden, so daß mit einem allmählichen Verschwinden der Schienenstraßenbahn aus diesen Teilen gerechnet werden kann.

Bau und künftiger Ausbau der Untergrundbahn.

Die eingangs geschilderte Verkehrslage macht klar, daß Tokyo schon seit langem untergrundbahnreif sein mußte. Zuerst wurde die nur 2,16 km lange Strecke zwischen Bahnhof Ueno und dem Asakusapark in Angriff genommen und schon 1927 als eine Art Versuchsstrecke in Betrieb genommen, und zwar durch eine Privatgesellschaft, die Tokyo Tikatetsudo K. K.

Es wäre nun das natürlichste gewesen, wenn die Stadtverwaltung Tokyos den Bau eines einheitlich geplanten U-Bahnnetzes in die Hand genommen und auch den Be-



trieb geleitet hätte. Diese Absicht bestand auch geraume Zeit, doch waren die städtischen Behörden mit dem Wiederaufbau eines großen Teiles der Stadt nach neuzeitlichen verkehrstechnischen Gesichtspunkten beschäftigt. So kam es, daß schließlich der Bau und Betrieb der U-Bahn dem Privatunternehmer überlassen wurde. Die Tikatetsudo K. K. erhielt die Erlaubnis für den Bau und Betrieb folgender Strecken (siehe Abb. 2):

1. Asakusa—Ueno—Hongokutyô — Nihonbasi — Owarityo—Simbasi (in Betrieb);
2. Simbasi—Fudanotuzi—Gotanda (Ringbahn, geplant, in Abb. 2 nicht gezeichnet).

Bevor auf die Beschreibung wesentlicher Einzelheiten der als bereits im Betrieb bezeichneten Strecke eingegangen wird, müssen kurz die anderen geplanten bzw. im Bau befindlichen Strecken erwähnt werden, denn nur so können wir zu einem Verständnis für den ganzen Aufgabenkreis der Tokyoer U-Bahn kommen.

Vor einigen Monaten wurde eine zweite Gesellschaft, die Tokyo Kôsoku Tetudo K. K., unter Führung des bekannten Okura-Konzerns gegründet, der unabhängig von der erstgenannten Gesellschaft die Erlaubnis für Bau und Betrieb folgender wichtigen Strecken übertragen wurde:

3. Tokyo Hauptbahnhof — Simbasi—Toranomon — Akasaka—Sibuya (Ringbahn);
4. Tukizi — Owarityo — Hanzomon — Yotsuya—Sinzyuku (Ringbahn);
5. Meguro (Ringbahn)—Roppongi—Toranomon—Sakuradamon—Babasakimon (Tokyo Hauptbahnhof)—Minami Senzyu;
6. Tokyo Hauptbahnhof — Iidabasi — Ikebukuro (Ringbahn).

Die Bauarbeiten der Strecke 3 haben bereits begonnen. — Der Bau des ersten Teiles der Strecke 4 von Tukizi bis Yotsuya wird erst später erfolgen. Dafür wird, um den außerordentlich wichtigen Knotenpunkt Sinzyuku zu erfassen, eine Verbindungsstrecke zwischen 3 und 4 von Akasaka nach Yotsuya vorgesehen.

Die Stadt Tokyo hat sich den Bau folgender Strecken vorbehalten:

7. Tukizi—Kamesimatyô — Sitaya — Hongosantyôme — Ootuka (Ringbahn);
8. Tokyo Hauptbahnhof—Kamesimatyô—Susaki;
9. Tokyo Hauptbahnhof — Hongosantyome — Sugamo (Ringbahn).

Eine Entscheidung darüber, ob und wann die Stadt Tokyo diese letzgenannten Strecken wirklich selbst bauen wird, ist noch nicht getroffen.

Der nicht unterrichtete Beobachter kann sich schwer des Eindrucks erwehren, daß die Zersplitterung im Bau und Betrieb dieser Untergrundbahn volkswirtschaftliche Schäden im Gefolge haben müsse. Dank der bereits erwähnten klugen Überwachungstätigkeit des japanischen Eisenbahnministeriums (dem alle Bahnen Japans unterstehen) ist in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht jede Vorsorge getroffen für ein sachliches Zusammenarbeiten, Einheitlichkeit der Versorgung und der Ausrüstung. Daß dies alles ohne übermäßige Bevormundung der Unternehmerbelange geschieht, beweist der Eifer der Gesellschaften.

Beschreibung der im Betrieb befindlichen Strecke 1.

Die Spurweite wurde mit 1435 mm gewählt, im Gegensatz zu der Regelspur der japanischen Staatsbahnen, die bekanntlich 1067 mm beträgt. Die Umgrenzungslinien wurden nach sehr eingehenden Studien gemäß Abb. 3 festgelegt. Das Berliner U-Bahnprofil, das gestrichelt eingezeichnet ist, unterscheidet sich vom Tokyo-Profil hauptsächlich durch die wesentlich kleinere Höhe.

Bemerkenswert ist die Bauart der wichtigeren Stationen, die zwei Stockwerke aufweist, bei Kreuzungen drei Stockwerke. Das obere Stockwerk bildet eine langgestreckte Halle unmittelbar unter der Straßenfahrbahn. Von dieser Halle führen einerseits Treppen zu den im Stockwerk darunter befindlichen Bahnsteigen, anderseits

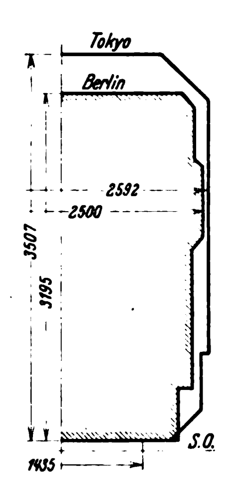


Abb. 3. Vergleich der Umgrenzungslinien Tokyo und Berlin.



Abb. 4. Eingang eines Untergrundbahnhofs.

nach oben zur Straßenfläche. Im Straßenbild treten nur die Eingangs- bzw. Ausgangstreppen zur U-Bahn in Erscheinung, für die man die verschiedenartigsten Bauformen gewählt hat. Eine der neuzeitlichsten und wenig ansprechenden Formen zeigt Abb. 4. Daneben hat man z. B. für die Haltestelle Asakusa altjapanische Motive vorgezogen, die zwar formenschöner sind, aber für den vorliegenden Zweck und die Umgebung formenfremd wirken müssen, Abb. 5. Besondere Schwierigkeiten bot die Unterführung der vielen Tokyo durchziehenden Wasserläufe. Während des Baues der durch dichtestes Verkehrsgebiet führenden Strecke war der Verkehr auf den darüber liegenden Straßen kaum gestört, was unter Berücksichtigung der schwierigen örtlichen Verhältnisse Hervorhebung verdient.

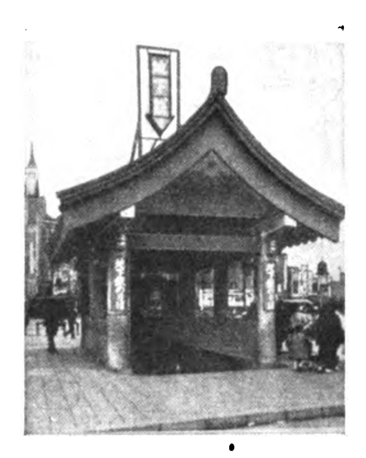


Abb. 5. Eingang eines Untergrundbahnhofes.

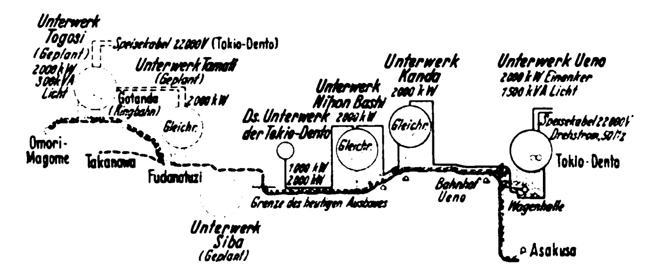


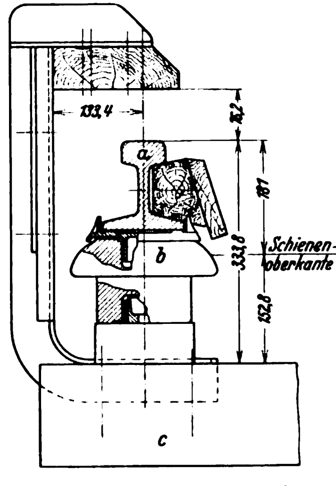
Abb. 6. Kraftversorgung der Untergrundbahn Tokyos.

Hinsichtlich des **e l e k t r i s c h e n T e i l s** interessiert die Kraftversorgung, die in Abb. 6 dargestellt ist. Die Unterwerke sind alle an das Netz der Tokyo Dento K. K., eine der größten Kraftwerksgesellschaften Japans (Wasserkraft und Dampfkraft), angeschlossen und erhalten Drehstrom 11 oder 22 kV, 50 Hz. In dem Unterwerk Ueno sind vollselbsttätige Einankerumformer (AEG) im Betrieb. Für die später gebauten Unterwerke wurden ausschließ-

lich Quecksilbergleichrichter (jap. Ursprungs) gewählt. Besonders bemerkenswert ist die Anordnung dieser Unterwerke. Da der Raumbedarf in Anbetracht der sehr hohen Baugrundpreise und des Platzmangels in den dichtbewohnten Gebieten möglichst beschränkt werden mußte, wurden die Unterwerke, mit Ausnahme des Ueno-Werkes, ebenfalls unterirdisch angeordnet, und zwar unmittelbar unter dem Straßenfahrdamm und über dem U-Bahntunnel. Um Öl weitgehend aus diesen Räumen auszuschalten, wurden eisengekapselte Hochspannungsschalter und liegende, luftgekühlte Umspanner vorgesehen. Motorlüfter drücken die Kühlluft in den Bahntunnel. Die 12anodigen Gleichrichter sind vollselbsttätig, aber auch für Fernbetätigung eingerichtet.

Die Stromzuführung erfolgt durch Stromschienen, die auf Porzellanstützisolatoren gelagert sind. Schutz gegen zufällige Berührung gewähren Holzlatten oberhalb und seitlich (Abb. 7).

Die Triebwagen sind, wie alle neueren Schienenfahrzeuge in Japan, Vollstahlwagen neuzeitlicher Bauart (Abb. 1). Länge zwischen Kupplungen 16 m, Breite innen 2334, außen 2593 mm, Höhe innen etwa 2300 mm, Grundfläche 35,4 m². An der Längsseite des Wagens sind 44 Sitzplätze angeordnet, ferner sind 76 Stehplätze vorhanden, also zusammen je Wagen 120. Leergewicht eines Wagens 35,5 t. Das Triebwerk besteht aus 2 Motoren von je 90 kW Stundenleistung, 600 V. Übersetzung 1 : 3,8. Raddurchmesser 840 mm. Höchstgeschwindigkeit etwa 65 km/h. Die Steuerung ist elektropneumatisch, zur Bremsung dienen Druckluftbremsen. Als Kupplung wurde nach langen Studien die selbsttätige Tomlinson-Bauart gewählt, der vollkommene Stoßlosigkeit im Betriebe nachgerühmt wird. Die elektrischen und Druckluftleitungen sind mit der eigentlichen Kupplung vereinigt. Auch der Drehgestellaufbau und Einzelheiten der Federung und Bremsanordnung erinnern an amerikanische Vorbilder.



a Stromschiene *b* Stützisolator *c* Schwelle

Abb. 7. Stromschiene und ihre Befestigung.

Ein typisches Fahrschaubild ist für die Strecke Ginza—Simbasi in Abb. 8 zu sehen. Z. Z. wird in Zugabständen von 2 bis 5 min gefahren, je nach Tageszeit. Die durchschnittliche Fahrgastzahl ist 50 000 im Tag.

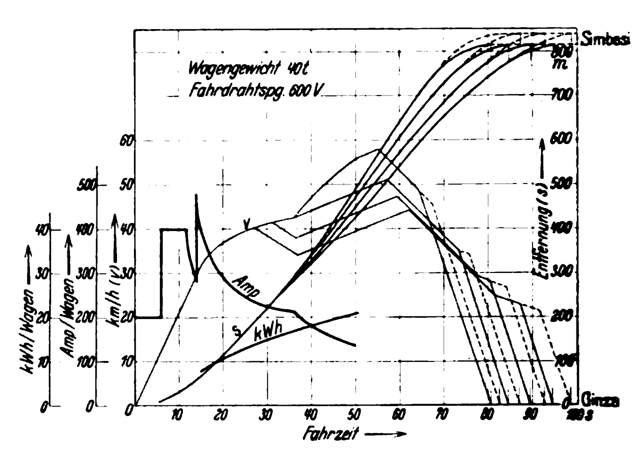


Abb. 8. Fahrschaulinien.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die U-Bahn verkehrstechnisch und wirtschaftlich eine große Zukunft hat. So widerspruchsvoll das für deutsche Verhältnisse klingen mag, hat heute die U-Bahn in Tokyo einen gefährlichen Wettbewerber in den Kraftdroschken. Da der Benzinpreis nur etwa 8 Rpf/l ist, haben die Droschken nur geringe Fahrpreise, die besonders bei Benutzung der Droschken durch mehrere Personen an die Fahrpreise der U-Bahn herankommen.

Zusammenfassung.

Mit dem schnellen Wachstum Tokyos und der großen Flächenausdehnung des Stadtgebietes ist ein Schnellverkehr durch eine Untergrundbahn dringend notwendig geworden. Außerdem ist die U-Bahn bestimmt, im Durchgangsverkehr eine wichtige Aufgabe zu erfüllen. Die im Betrieb befindlichen Strecken beweisen, daß die Aufgabe technisch einwandfrei gelöst wurde, wobei deutsche und amerikanische Erfahrungen, den örtlichen Verhältnissen geschickt angepaßt, verwertet wurden.

Gibt es keine stellungslosen Ingenieure mehr?*)

Der Anzeigenteil der technischen Zeitschriften mit den unzähligen Angeboten für Ingenieurstellen läßt vermuten, daß es Bewerber für diese Stellungen nicht mehr in genügender Anzahl gibt. Demgegenüber stehen folgende Tatsachen: 1. Junge Ingenieure, d. h. also Männer im Alter bis zu 35 Jahren, sind in der Tat kaum mehr vorhanden. 2. Ältere Ingenieure von 35 Jahren ab gibt es noch mehr als genug. Von diesen älteren stellungslosen Berufskameraden ist gewiß ein Teil nicht mehr vermittelbar, weil es sich um Männer über 60 oder gar 65 Jahre oder um seelisch oder körperlich den Anforderungen der Wirtschaft nicht mehr entsprechende Menschen handelt. Aber es gibt anderseits genügend Ingenieure, die durchaus rüstig sind, die arbeiten wollen und über jahrelange Erfahrungen, z. T. sogar im Ausland, verfügen.

Wie oft muß man hören: „Ich suche einen Ingenieur der und der Fachrichtung, Alter aber nicht über 35.“ Auf die Frage nach dem „Warum“ wird geantwortet: „Die Herren müssen zu hoch bezahlt werden oder arbeiten sich nicht rasch genug ein.“ Hierauf ist zu sagen: 1. Die Reichsanstalt für Arbeitsvermittlung und Arbeitslosenversicherung gewährt den Firmen bei der Einstellung eines älteren Ingenieurs über 40 Jahre, der 2 Jahre aus öffentlichen Mitteln Unterstützung bezogen hat, für die Dauer seiner Beschäftigung monatlich 50 RM Leistungsausgleich. Von dieser Möglichkeit ist nahezu überhaupt kein Gebrauch gemacht worden. 2. Die Reichsanstalt sowohl wie der Treuhänder der Arbeit für den Bezirk Brandenburg haben sich damit einverstanden erklärt, daß die älteren Ingenieure entsprechend der auf dem für sie vorgesehenen Arbeitsplatz geforderten Leistung bezahlt werden, jedoch in der höchsten Stufe der in Frage kommenden Tarifklasse.

Auf die einzelnen Betriebe verteilt, ist die Zahl der noch unterzubringenden Ingenieure klein. Seitens des Ingenieurdienst E. V., der unter Beteiligung auch des VDE arbeitet, wird zur Zeit festgestellt, wieviel erwerbslose Ingenieure es noch gibt, wie alt sie sind und welcher Fachrichtung sie angehören. Daher ergeht an alle erwerbslosen Ingenieure der dringende Appell, sich umgehend beim Arbeitsamt bzw. bei den Bezirksstellen des Ingenieurdienst E. V. zu melden, soweit dies nicht im Laufe des Jahres 1935 bereits geschehen ist. Die Anmeldung auf DIN A 4-Bogen soll enthalten: Name — Vorname — fachliche Ausbildung — Anschrift — Alter — Fachrichtung.

*) Auszug aus Rdsch. techn. Arbeit 15 (1935) Nr. 45, S. 2.



Zur Frage der Kugel-Meßfunkenstrecken.

Von **Harald Müller VDE**, Berlin.

621. 317. 728

Übersicht. Die geschichtliche Entwicklung der Eichung von Kugelfunkenstrecken wird aufgezeigt und daraus gefolgert, was noch zu klären ist.

Die ersten Versuche, die Durchbruchspannung zwischen Kugelelektroden zur Schlagweite und zum Kugeldurchmesser in Beziehung zu setzen, sind schon sehr alt. Bereits W. Thompson hat nachgewiesen, daß der zur Erzeugung eines elektrischen Funkens in einem Gas erforderliche Potentialunterschied bei wenig gekrümmten Elektroden langsamer als die Schlagweite wächst[1]). Allerdings hat nach seinen Feststellungen das Gesetz die Form:

$$U = A_1 s + B_1 ; \quad (1)$$

hierin bedeuten:

U Durchbruchspannung für den Funken
s Schlagweite
A_1 B_1 Konstante.

Heydweiller weist darauf hin, daß dieses Gesetz nur bedingte Gültigkeit besitzt. Zum Beweis hierfür zieht er die Messungen von Baille[2]) heran, die immerhin schon mit größeren Elektroden, einer Kugel von 18 cm Dmr. gegenüber einer ebenen Platte, und mit Schlagweiten bis zu 1 cm durchgeführt worden sind. In den Heydweillerschen Darlegungen wird auch die von Wolf[3]) wohl erstmalig festgestellte Abhängigkeit der Überschlagspannung vom Luftdruck berücksichtigt.

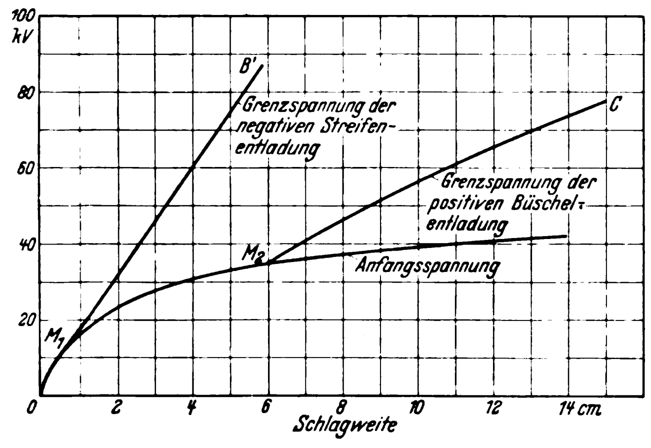


Abb. 1. Verlauf der Entladungskurven für die 1 cm-Kugelfunkenstrecke in Abhängigkeit von der Schlagweite. (Die Überschlagspannung folgt dem Kurvengang $O\ M_1\ M_2\ C$.)

Die weiter für ein sogenanntes mittleres Potentialgefälle von Heydweiller aufgestellten Beziehungen werden in einer späteren Arbeit[4]) berichtigt, da sich erhebliche Abweichungen herausgestellt haben. Auch wird in der neueren Arbeit der Einfluß der Temperatur berücksichtigt und der Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit der Elektroden, der Zuleitung sowie der Umgebung der Entladestrecke dargetan. Unterschiede, die von den verschiedensten Beobachtern in den Überschlagspannungen bei einpolig geerdeten Kugelfunkenstrecken in Abhängigkeit von der Polarität festgestellt werden, werden von Heydweiller auf influenzierende Leiter in der Nachbarschaft der Entladestrecke zurückgeführt. Heydweiller lehnt Schlagweitengesetze parabolischer, hyperbolischer und logarithmischer Form ab. Er fordert von dem Gesetz, daß mit zunehmender Schlagweite die Überschlagspannung sich einem Höchstwert asymptotisch nähern muß[5]).

Die Arbeiten von Max. Toepler[6]) weisen auf zwei „Knickstellen", M_1 und M_2 in Abb. 1, im Verlauf der Kurve für die über der Schlagweite aufgetragene Überschlagspannung hin. Die Knickstelle M_2 ist das später von W. Weicker[7]) besser als Unstetigkeitsgebiet bezeichnete Kurvengebiet, in dem der Überschlag unregelmäßig aus der Anfangsspannung oder der Büschelgrenzspannung heraus entsteht, vgl. Abb. 2. Diese Knickstelle ist also nicht identisch mit der später von Toepler[8]) wiederum mit Knickstelle bezeichneten anderen Kurvenstelle.

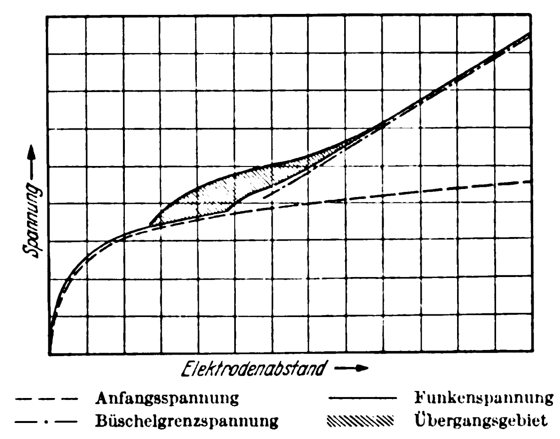


Abb. 2. Grundsätzlicher Verlauf der verschiedenen Entladungsformen.

Die Habilitationsschrift Max. Toeplers enthält übrigens Ansätze für die Beziehungen zwischen Schlagweite und Überschlagspannung unter Berücksichtigung der Polarität, die in späteren Veröffentlichungen[9]) weiter ausgebaut wird. Sie gründen sich auf die schon erwähnten Heydweillerschen Arbeiten.

Zusammenfassend hat Max. Toepler über alle Arbeiten in dem Dresdner Elektrotechnischen Verein, dem jetzigen VDE Gau Ostsachsen, berichtet[10]). Dort ist auch eine große Reihe von Messungen anderer Beobachter zum Vergleich und zur Prüfung der Näherungsgleichungen herangezogen worden.

Die Formel für die Anfangsspannung, die bei Kugelfunkenstrecken für Messungen in Frage kommt, hat die Form der Gl. (2), in der ein Polaritätseinfluß nicht mehr berücksichtigt ist, obwohl die zugrundeliegenden Messun-

[1]) A. Heydweiller, Ann. Physik u. Chemie, Neue Folge 40 (1890) S. 464; sehr vollständige Angaben über das Schrifttum finden sich bei W. O. Schumann: Elektrische Durchbruchfeldstärken in Gasen, Berlin: Julius Springer 1923, ferner in der Dissertation W. Weicker, Dresden 1910.
[2]) Baille, Ann. Chim. et Physique 25 (1882) S. 486.
[3]) Wolf, Ann. Physik u. Chemie, Neue Folge, 37 (1889) S. 306.
[4]) A. Heydweiller, Ann. Physik u. Chemie, Neue Folge, 38 (1893) S. 785.
[5]) Die Ablehnung der von E. Thomson in der ETZ 13 (1892) S. 415 gemachten Angaben erklärt sich aus der fehlenden Erkenntnis, daß für kleine und große Schlagweiten verschiedene Gesetze gelten. Das von Heydweiller abgelehnte W. Thompsonsche Gesetz würde für die E. Thomsonsche Anordnung sehr wohl Geltung haben.
[6]) Max. Toepler, Habilitationsschrift, gekürzte Wiedergabe in Ann. Physik, 4. Folge, 2 (1900) S. 560; ferner Ann. Physik, 4. Folge, 7 (1902) S. 477, 19 (1906) S. 191.
[7]) W. Weicker, Diss. Dresden 1910; ETZ 32 (1911) S. 437, 461, ferner ETZ 25 (1904) S. 947.
[8]) Max. Toepler, ETZ 53 (1932) S. 1219.
[9]) Max. Toepler, Ann. Physik, 4. Folge, 10 (1903) S. 730, 19 (1906) S. 191.
[10]) Max. Toepler, ETZ 28 (1907) S. 998, 1025.

gen auch mit Gleichspannung und einpoliger Erdung durchgeführt worden sind.

$$U = A_2 D \left(B_2 + \frac{C_2}{\sqrt{D}} \right) \varphi \left(\frac{s}{D} \right) K_1 p \left[K_2 t + K_3 \right] . \quad (2)$$

Hierin bedeuten:

$A_2, B_2, C_2, K_1, K_2, K_3$ Konstante
D den Kugeldurchmesser
s die Schlagweite
b den Luftdruck und
t die Temperatur (ursprünglich auf den Eispunkt bezogen)
$\varphi\,(s/D)$ eine Funktion.

Diese Beziehung wird auch in den Arbeiten von W. Weicker[11]), die sich nur mit Wechselspannungsmessungen befassen, unverändert übernommen. Sie erfährt eine gewisse Abrundung wohl vorwiegend auf Grund der Arbeiten von F. W. Peek jr.[12]) und W. Estorff[13]) und wird in den „Regeln für Spannungsmessungen mit der Kugelfunkenstrecke in Luft"[14]) zur Errechnung der Funkenspannungen U als Funktion der Schlagweite für verschiedene Kugeldurchmesser festgelegt. Der Einfluß der Polarität ist wie bei allen bisherigen Arbeiten nicht mehr erkennbar. Die Werte sind allgemein auch für Stoßspannungen bestimmt. Die Gleichung hat folgenden Aufbau:

$$U = \delta\, A \left(1 + \frac{C}{\sqrt{\delta\, D}} \right) D \left[\frac{s}{D}\, \varphi \left(\frac{s}{D} \right) \right] . \quad (3)$$

Hierin sind A, C Konstante, D der Kugeldurchmesser, s die Schlagweite, $\varphi(s/D)$ eine allein von s/D abhängige Funktion, δ die Luftdichte als Funktion des Luftdruckes und der Temperatur in °C. δ wird für 760 Torr (760 mm Qu.-S.) und 20 °C, entspr. rd. 293 ° abs., gleich Eins.

In der Zwischenzeit ergaben Messungen von verschiedenen Seiten, erstmalig von A. Palm[15]), ausführlich von H. Bechdoldt[16]), Stoerk u. Holzer[17]) und amerikanischer Seite[18]), daß die Toepler-Peeksche Formel gewisser Korrekturen bedürfe[19]). Eine weitere Arbeit Max. Toeplers[20]) weist noch auf eine bis dahin scheinbar unbekannte Erscheinung des Vorhandenseins einer weiteren Knickstelle im Verlauf der Anfangsspannung hin, deren Zusammenfallen mit der Stelle M_1 der Abb. 1 nirgends erwähnt wird, aber wohl große Wahrscheinlichkeit hat.

Im Falle der Abb. 1 handelt es sich um Kugeln von 1 cm Dmr. Der Punkt M_1 liegt zwischen 0,5 cm und 1 cm. Man kann schließen, daß auch in diesem Gebiet ein Einfluß ähnlich dem von M_2 vorhanden sein muß. Man kann ferner vermuten, daß dieser Punkt ähnlich wie der Punkt M_2 eine Streustelle bedeuten wird. Allerdings muß betont werden, daß es sich bei Kugeln von 1 cm Dmr. um so stark gekrümmte Elektroden handelt, daß man sie wegen der unvermeidbaren Glimmerscheinungen auch bei kleinen Schlagweiten nicht gut verwenden kann. Aber auch für Kugeln größeren Durchmessers scheint sich ein solcher Punkt M_1 finden zu lassen. Inwieweit die seit 1932 bekannte Toeplersche Knickstelle[21]) mit diesem Punkt M_1 zusammenfällt, bedarf noch der Klärung. Nach den bisher über sie vorliegenden, schon erwähnten Veröffentlichungen ist es im wesentlichen nur die Stelle, von der ab der Peek-Toeplersche Formeltypus angenähert gilt.

[11]) W. Weicker, ETZ 32 (1911) S. 436, 460.
[12]) F. W. Peek jr., Proc. Amer. Inst. electr. Engr. 33 (1914) S. 889; ETZ 37 (1916) S. 11.
[13]) W. Estorff, ETZ 37 (1916) S. 60, 76; Diss. Berlin 1915.
[14]) ETZ 47 (1926) S. 594, 862; Sonderdruck VDE 365.
[15]) A. Palm, ETZ 47 (1926) S. 904.
[16]) H. Bechdoldt, ETZ 50 (1929) S. 1394.
[17]) C. Stoerk u. W. Holzer, Z. techn. Physik 10 (1929) S. 317.
[18]) J. S. Caroll u. B. Cozzens, J. Amer. Inst. electr. Engr. 47 (1928) S. 892. Weiteres Schrifttum s. W. Weicker, ETZ 56 (1935) H. 15, S. 423.
[19]) W. Estorff, Max. Toepler u. S. Franck, ETZ 41 (1930) S. 777.
[20]) Max. Toepler, ETZ 53 (1932) S. 1219; Z. techn. Physik 13 (1932) S. 386, ferner J. Claußnitzer, ETZ 54 (1933) S. 911.
[21]) Siehe Fußnote 20.

Merkwürdigerweise stimmen aber gerade für diese größeren Schlagweiten bei den bisher veröffentlichten Messungen[22]) die Meßwerte nicht mit den Rechnungswerten überein, obwohl H. Bechdoldt durch erneute Korrektur der Formel wenigstens für größere Kugeldurchmesser eine gute Annäherung zwischen Messung und Rechnung erzielt. Ja es zeigt sich sogar eigentlich etwas anderes, wenn man die in Fußnote 18) erwähnte Arbeit von W. Weicker durchsieht, die eine übersichtliche Zusammenfassung der neuesten amerikanischen Arbeiten darstellt. Man hat, nach den amerikanischen Messungen zu urteilen, nur im Gebiet kleinster Schlagweiten eine Kurve vor sich, die durch eine einfache Formel dargestellt werden könnte. Die beiden Abbildungen der Weickerschen Arbeit belegen dies sehr gut. Somit bleibt für eine Formel nur das Gebiet kleiner Schlagweiten, für das schon W. Thompson eine Beziehung aufgestellt hatte.

Außerdem sind aber noch weitere Fragen offen, deren Klärung bei den Vorarbeiten für die endgültigen Eichkurven erwünscht ist. Aus dem im vorliegenden gestreiften Schrifttum erkennt man die Notwendigkeit der Behandlung folgender Punkte[23]):

1. Welche Bedeutung kommt der zuletzt bekanntgewordenen Toeplerschen Knickstelle für die Eichkurven zu?
2. Besteht die Möglichkeit, für ein gewisses Gebiet kleinerer Schlagweiten eine einfache Gleichung zwischen Überschlagspannung, Kugeldurchmesser und Schlagweite aufzustellen, und lohnt sich die Aufstellung, oder ist es besser, Eichkurven aufzustellen, die, frei von der Rechnung nach einer Näherungsformel, auf Grund von Eichkurven gewonnen worden sind?
3. Ist es notwendig, die bisher geltenden Forderungen an die Ausmaße der Meßanordnung und ihre Lage zu fremden Leitern und Nichtleitern zu verbessern?

Damit Vergleiche angestellt werden können, sind zu den Messungen, die von den verschiedenen Seiten durchgeführt worden sind und noch durchgeführt werden, genaueste Angaben der Versuchsbedingungen und der räumlichen Ausmaße erwünscht. Ferner ist die Art der Eichung genau anzugeben und zu versuchen, Vergleiche mit andern Messungen durchzuführen. Treten Unterschiede auf, so wäre eine Begründung der Unterschiede anderen Beobachtern gegenüber sehr erwünscht. Es steht durchaus zu hoffen, daß man dann, wenn man von der Kugelfunkenstrecke nicht mehr fordert, als sie zu geben vermag, in ihr ein recht brauchbares, praktisches Meßgerät hat[24]).

Die Notwendigkeit der Aufstellung einheitlicher, verbesserter Eichkurven liegt nicht nur auf rein wissenschaftlichem Gebiet. Die Bedeutung eines solchen Schrittes liegt vor allem in seiner Auswirkung auf die Fertigung. Deshalb ist auch von deutscher Seite wiederholt und dringend vor einer überstürzten Festlegung neuer, endgültiger Werte gewarnt worden und durch Vorlegen eines Versuchsplanes die Grundlage für eingehende Vergleichsmessungen in den verschiedenen Ländern und Laboratorien geschaffen worden[25]).

Zusammenfassung.

Das Schrifttum der letzten Zeit über die Kugelfunkenstrecke zeigt, daß der Verlauf der Überschlagspannung über der Schlagweite, schon für verhältnismäßig kleine Funkenlängen, wahrscheinlich nicht durch eine einfache Gleichung beschrieben werden kann. Vermutlich wird man so vorgehen müssen, daß man gemessene Eichkurven aufstellt, wobei genaue Bedingungen für die Meßanordnung festgelegt werden müssen.

[22]) Siehe Fußnoten 15 bis 19.
[23]) Siehe auch ETZ 56 (1935) H. 45, S. 1241.
[24]) A. Palm, VDE-Fachberichte 1935, S. 157.
[25]) ETZ 56 (1935) H. 42, S. 1164.

Untersuchungen über Gegengewichte an Hochspannungsleitungen.

621. 315. 1 : 621. 316. 99

Übersicht. Beobachtungen über die Häufigkeit von Überschlägen an amerikanischen Höchstspannungleitungen führten zu dem Schluß, daß im Erdboden liegende, mit den Leitungen elektromagnetisch gekoppelte Leiter auf Höhe und Ablauf der in den Leitungen durch Blitzschläge unmittelbarer oder mittelbarer Art erzeugten Überspannungen von günstigem Einfluß sein müßten. Durch systematische Beobachtungen an Leitungen, die mit solchen „Gegengewichten" (Bodenseilen) versehen wurden, sowie Messungen an eigens zu diesem Zwecke errichteten Versuchsleitungen wurde die Vermutung bestätigt. Demnach kommt dem Gegengewicht als Ergänzung des bisher üblichen Leitungsschutzes durch Ableiter eine nicht unerhebliche Bedeutung zu. Die Beobachtungen und Messungen werden beschrieben, der Einfluß der einzelnen Teilgrößen wird erörtert.

An einigen amerikanischen 66 kV-Leitungen, die an Eisenbahnen entlang führten, war eine besonders geringe Zahl von Isolatorüberschlägen beobachtet worden trotz normaler oder sogar großer Gewitterhäufigkeit und trotzdem sowohl die Leitungsabstände als auch die Größe der Isolatorenketten durchaus normal waren. Auch mit besonders niedrigen Widerständen der Masterdung ließ sich dies Verhalten nicht erklären. Eine dieser Leitungen, die auf 20 km Länge einer Bahnstrecke parallel lief, war in 15 Jahren nur einmal gestört worden. Es wurde daher die Vermutung geäußert, daß die Schienen eine Art Gegengewicht gegen die Leiter- oder die Blitzseile bildeten und durch elektromagnetische Kopplung die auf diesen durch atmosphärische Entladungen unmittelbar oder mittelbar erzeugten Spannungen herabsetzten. Die Gelegenheit, diese Anschauung auf ihre Richtigkeit zu prüfen, ergab sich bei der 220 kV-Leitung Wallenpaupack—Siegfried der Pennsylvania Power & Light Co. Sie hatte in den ersten drei Betriebsjahren eine besonders hohe Zahl von Blitzstörungen aufzuweisen, die sich fast vollständig bei High Knob, einem fast nackten Felshügel und dem höchsten Punkte der Leitung häuften. Zur Abhilfe wurde dort ein Gegengewicht, bestehend aus zwei parallelen Kupferdrähten von je 33,6 mm² und 4 km Länge, eingegraben. Seitdem sind in vier weiteren Betriebsjahren keine Überschläge mehr bei High Knob eingetreten. Auf Grund dieses Erfolges wurde ein weiteres 36 km langes Stück der Leitung mit Gegengewichten versehen, die aber nicht parallel zu den Leitungen verliefen. Vielmehr wurden an jedem Maste 4 Drähte von je 15 m Länge im Kreuz eingegraben, so daß sie mit den Leitungen jeweils einen Winkel von 45° bildeten. Das Ergebnis, das damit erzielt wurde, zeigt die folgende Zahlentafel:

Überschläge der Leitung Wallenpaupack—Siegfried.

Jahr	1. Abschnitt High Knob	2. Abschnitt	Stationsableiter
1930	0	2	4
1931	0	1	4
1932	0	2	2
1933	0	0	1

Auf dem 2. Abschnitt konnte späterhin durch Einbau größerer Drahtlängen noch eine Verbesserung erzielt werden.

Es gibt demnach zwei Formen des Gegengewichtes, das Parallel- und das Strahlgegengewicht. Die zweite Form ähnelt sehr der in Deutschland bei ungünstigen Erdungsverhältnissen angewandten Band- oder Strahlerdung. Es zeigte sich im Verlaufe der Untersuchung, daß man mit beiden Formen annähernd die gleichen Ergebnisse erzielen kann, daß aber anscheinend das Parallelgegengewicht eine leichte Überlegenheit bewahrt.

Der Erforschung der Eigenschaften des Gegengewichtes und der Bedeutung der Einzelgrößen haben sich in Amerika besonders Bewley von der General Electric Co. und Fortescue von der Westinghouse Mfg. Co. gewidmet[1]). Beide Firmen haben besondere Versuchsleitungen gebaut, die durch einen Stoßgenerator unter Spannung gesetzt wurden, wobei der Verlauf der Wellen in Blitzseil, Leiterseil und Gegengewicht mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen verfolgt wurde. In Deutschland hat die Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen ähnliche Versuche gemacht (V. Aigner). Diese Arbeit, die sich durch Klarheit der Fragestellung und des Aufbaus auszeichnet, wird durch die amerikanischen Versuche in wertvoller Weise ergänzt.

Es muß hervorgehoben werden, daß sich das Strahlgegengewicht von der bekannten Banderdung grundlegend dadurch unterscheidet, daß es sich nicht allein um eine Verbesserung der Masterdung handelt. Der Vorgang der Ableitung von Einschlags- und Wanderwellen kann nicht aus quasistationären Gesichtspunkten betrachtet, also eine gleichmäßige Stromverteilung vorausgesetzt werden. Daß der ohmsche Widerstand der Erdung bei dem Schutz der Leitungen gegen Blitzschläge nicht die entscheidende Rolle spielt, beweisen u. a. Erfahrungen, die die Union Gas & Electric Co. in Cincinnati gemacht hat, und die anläßlich einer Aussprache in der Kraftübertragungstagung des AIEE in New York, Winter 1933/34, mitgeteilt wurden. Mehrjährige Erfahrungen an der 66 kV-Leitung Columbia—Hartwell dieser Gesellschaft zeigen, daß eine unmittelbare Beziehung zwischen Überschlägen und Mastfußwiderstand nicht besteht. An zwei Leitungen derselben Gesellschaft für 33 kV, die in ähnlichem Gelände verlaufen und auch annähernd gleiche Erdungswiderstände haben, ist beobachtet worden, daß die eine 2- bis 3mal soviel Überschläge aufwies wie die andere. Bei zwei anderen 33 kV-Leitungen gleicher Bauart, von denen eine in niedrigem, ebenem Gelände verläuft und niedrigen Erdungswiderstand hat, während die zweite ein hügeliges, felsiges Gelände durchschneidet und hohen Erdungswiderstand hat, weist die erste weit mehr Blitzstörungen auf als die zweite. Von dem Umspannwerk Elmwood der Gesellschaft gehen 4 kV-Verteilungsleitungen aus. Das östlich gelegene Gebiet wird von einer Leitung versorgt, die einen durchschnittlichen Masterdungswiderstand von 19,1 Ω hat. Das nördlich gelegene Gebiet wird von einer zweiten Leitung versorgt, die einen durchschnittlichen Masterdungswiderstand von 65 Ω hat. Von 13 Störungsfällen innerhalb von zwei Jahren lagen aber 11 im östlichen Gebiete, trotz seines niedrigen Erdungswiderstandes. Die Gewitterhäufigkeit ist bei beiden Gebieten gleich. Eingetriebene Rohrerdungen an Stellen, wo Störungen vorgekommen waren, wiesen indessen höhere Widerstände auf als der Durchschnitt des Gebietes.

Günstige Erfahrungen mit Gegengewichten teilte auch McKearin mit, Chefelektriker der Turner Falls Power & Electric Co., die den westlichen Teil des Staates Massachusetts versorgt. Es handelt sich um Betriebserfahrungen an 66- und 115 kV-Leitungen, deren Isolation verstärkt wurde und die zugleich Gegengewichte erhielten. Durch die gleichzeitige Ausführung beider Änderungen wird es allerdings erschwert, den Anteil jeder von ihnen herauszuschälen. Die 53 km lange 66 kV-Leitung Agawam—Hartford z. B. besaß ursprünglich Ketten von 5 und 6 Isolatoren, die auf 9 und 10 verlängert wurden. Gleichzeitig wurden ein zweites Erdseil und an 60 % der Masten Gegengewichte eingebaut. Der Erfolg war, daß die Blitzstörungen von einem Durchschnitt von 22,3 im Jahre auf 1,0 zurückgingen. Bei der 59 km langen 66 kV-Leitung

[1]) Das Schrifttum ist am Schluß des Aufsatzes, S. 1384, angegeben.



Cabot—Pittsfield wurde die Betriebsspannung von 66 auf 115 kV erhöht, gleichzeitig die Zahl der Isolatoren in der Kette von 6 und 8 auf 9 und 10 gebracht und 87 % der Masten mit Gegengewichten versehen. Die Zahl der Überschläge ging von 20,2 im Jahre auf 5,3 zurück, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß es sich im ganzen um 16 Überschläge handelte, von denen allein 7 auf ein außergewöhnlich schweres Gewitter entfielen. Auf der 66 kV-Leitung Cabot—Agram wurde die Zahl der Isolatoren von 4 und 5 auf 8 und 9 erhöht, 33 % der Masten erhielten Gegengewichte. Die Zahl der Überschläge ging von 16,4 in dreijährigem auf 8,5 in zweijährigem Durchschnitt zurück.

Das Verhalten des Gegengewichtes ist durch vier Größen bestimmt: a) den eigenen Wellenwiderstand, b) die Ableitung, c) die Kopplung mit den Leitern und Blitzseilen, d) die Drahtlänge. Der Wellenwiderstand eines Gegengewichtes ist keine unveränderliche Größe. Er setzt sich aus zwei Teilen zusammen: dem reinen Wellenwiderstand der verlegten Drähte, der nach der bekannten Gleichung

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

zu berechnen ist, und dem Übergangswiderstande zum Erdboden, der Ableitung, die rein ohmscher Natur ist und fast ganz von der Bodenbeschaffenheit abhängt. Wird ein Mast oder das Blitzseil dicht an einem Mast getroffen, so setzt das Gegengewicht der auftreffenden Welle zunächst seinen vollen Wellenwiderstand entgegen. Es folgt dann ein Ausgleichsvorgang, während dessen der Widerstand des Gegengewichtes auf den Wert der Ableitung sinkt, die vielleicht nur ein paar Ohm groß ist. Die Dauer des Übergangszustandes hängt von der Bodenleitfähigkeit und der Drahtlänge ab. Das Absinken zeigt Abb. 1 nach Messungen von

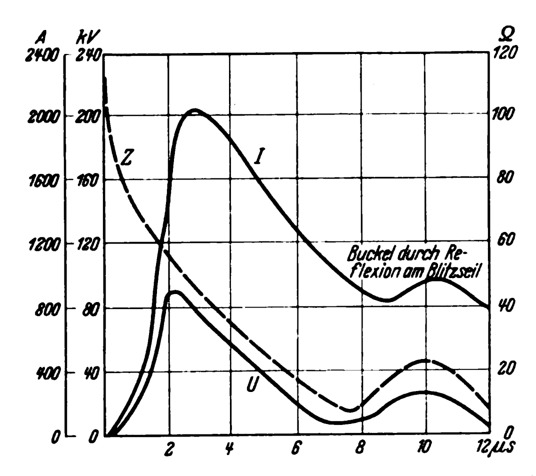


Abb. 1. Strom, Spannung und Widerstand eines Parallelgegengewichtes.

Bewley. Das Parallelgegengewicht bestand aus zwei Drähten und erstreckte sich vom Mast aus in einer Richtung 465 m weit, in der entgegengesetzten Richtung 281 m weit. (Beides unnötig lang!) Im Augenblick des Auftreffens der Welle betrug seine Impedanz 110 Ω, sie fiel innerhalb von 7,5 µs auf 9 Ω. Dieser Wert entspricht wahrscheinlich dem Übergangswiderstand zum Erdboden. Die Welle hatte eine Stirnlänge von 2 µs; als die Spitzenspannung erreicht war, betrug der Impedanzwert etwa 52 Ω. Der Gefahrenpunkt war also schon lange erreicht, ehe das Gegengewicht als reiner Widerstand wirkte. Daraus geht hervor, daß selbst eine sehr gute Erdung nicht ausreichend ist. Mit dem Eindringen der Überspannungswelle in das Gegengewicht wird anderseits die Kopplung mit den Leitungen wirksam. Während das Absinken des Erdwiderstandes die Mastspannung erniedrigt, wird durch die Kopplung mit den Leitern deren Potential erhöht; beide Wirkungen laufen darauf hinaus, die Potentialdifferenz Mast—Leitung herabzusetzen und so die Gefahr eines Überschlages zu vermindern.

Für ein Strahlgegengewicht sind in Abb. 2 nach Fortescue die Wellenwiderstände in Abhängigkeit von der Drahtzahl und der Zeit für eine Welle mit 1 µs Stirnlänge gezeichnet. Infolge der größeren Drahtzahl wird hier der Wert des Ableitwiderstandes in kürzerer Zeit erreicht, auch der Anfangswellenwiderstand sinkt beträchtlich. Indessen kann man mit der Drahtzahl nicht über 4 hinausgehen, weil sonst die Gegeninduktivität zwischen den Einzeldrähten wirksam wird und den Wellenwiderstand wieder erhöht. Hinsichtlich des anfänglichen Wellenwiderstandes erscheint also das Strahlengegengewicht vorteilhafter. Der Endwert, die Größe der Ableitung aber ist von der Form unabhängig und hauptsächlich — außer von den Eigenschaften des Bodens — durch die gesamte Drahtlänge bedingt. Indessen nimmt bei genügender Länge der Einzeldrähte der Gesamtableitwiderstand mit der Zahl der Drähte nur wenig ab, wie man an Abb. 2 erkennt. Die zu verlegende Drahtlänge ist aber hauptsächlich bedingt durch die Forderung, daß nicht vom offenen Ende her Reflexionen zurücklaufen können, die das Mastpotential erhöhen. Die Ausbreitung der Wellen im Gegengewicht ist ebenso-

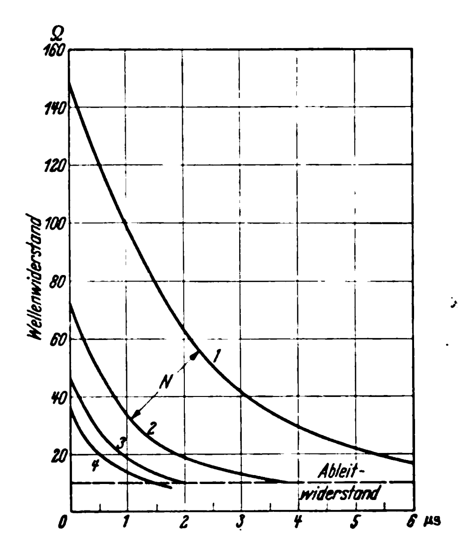


Abb. 2. Zeitliches Absinken des Wellenwiderstandes eines Kreuzgegengewichtes (N = Drahtzahl).

wohl Wanderwellen- wie Zerstreuungsvorgang. Die General Electric Co. hat folgende Stromstärken bei einer Welle von 0,5 µs Stirnlänge gemessen:

Entfernung	m	0	60	150
Stromstärke . . .	A	134	107,6	14,4

Der Strom verschwindet also sehr rasch, und es hat demnach keinen Zweck, übermäßige Drahtlängen, wie die oben erwähnten, zu verlegen. Bei der Berechnung möglicher Reflexionen ist die geringe Wellengeschwindigkeit auf dem Gegengewicht zu berücksichtigen. Bewley hat in einem Falle 114,4 m/µs gemessen, das sind 38,1 % der Lichtgeschwindigkeit. Ähnliche noch etwas niedrigere Werte erhielten Aigner und Fortescue. Das bedeutet, daß eine in voller Höhe am Ende des Gegengewichtes reflektierte Welle bei einer Länge von 115 m nach 2 µs am Mast wieder eintrifft. Eine Stirnlänge der Blitzwelle von 1,5 µs vorausgesetzt, würde dann also die Wellenspannung nicht erhöht werden, der Gefahrenpunkt wäre überschritten. In Wirklichkeit kommt aber eine solche Reflexion gar nicht in Frage, weil nur ein sehr geringer Teil des Stromes bis an das Ende des Gegengewichtes gelangt. Kurze Strahlgegengewichte mit Einzeldrahtlängen von 15 bis 20 m führen aber unbedingt zu schädlichen Reflexionen; sie lassen auch den Strom nicht genügend tief in die Erde eindringen. Größere Längen als etwa 150 m sind aber selbst in Boden hohen Widerstandes zwecklos. Messungen an einem Gegengewicht auf einer Leitung der Consumers Power Co. in Boden so geringer Leitfähigkeit, daß der

Mastfußwiderstand 400 Ω betrug, zeigten, daß bei Gegengewichten von mehr als 150 m Länge die Reflexionen vom Ende her keine Rolle spielten. Bei 69 m Länge dagegen war eine Erhöhung des Mastfußpotentials festzustellen, allerdings bei einer Welle mit 3 µs Stirnlänge.

Es bleibt noch die Kopplung zwischen Gegengewicht und Leiter- sowie auch den Blitzseilen zu betrachten. Der Kopplungsfaktor hängt von drei Größen ab:

1. der geometrischen Gestalt der Hochspannungsleitungen,
2. der Koronaumhüllung von Leitungen und Gegengewichtsdrähten,
3. der Bodenleitfähigkeit.

Davon haben 2. und 3. die Entstehung von Wellen verschiedener Geschwindigkeit auf Leitern, Blitzseilen und Gegengewicht zur Folge. Bezeichnet man mit

L die Selbstinduktivität des Gegengewichtes,
L' die Gegeninduktivität mit den oberirdischen Leitern,
C die Erdkapazität des Gegengewichtes,
v die Lichtgeschwindigkeit,

so ergibt sich folgendes: C ist praktisch unveränderlich, während L und L' zunehmen, wenn der Strom tiefer in die Erde eindringt. Daher sinkt die Geschwindigkeit, die Stirn wird abgeflacht, die Welle verlängert, der Rücken aufgebaut, wodurch sich die charakteristische Verzerrung der Wanderwellen, besonders der unter der Koronagrenze und mit kurzer Stirnlänge, ergibt. Auch der Wellenwiderstand wächst mit zunehmendem L. Strom- und Spannungswellen werden daher einander unähnlich.

Infolge der Zunahme von L und L' und des Sinkens von v nimmt die Kopplung anfänglich zu. Sie erreicht aber bald einen nahezu unveränderlichen Wert. Weil die Kopplung Zeit gebraucht, um ihren Höchstwert zu erreichen, erhält die auf einem oberirdischen Leiter vom Gegengewicht her induzierte Welle eine größere Stirnlänge. Über die Größe der Kopplung liegen noch nicht genügend zuverlässige Angaben vor. Bewley schätzt die Kopplung zwischen Blitzseilen und Leitern auf 35 %, die durch das Hinzukommen des Gegengewichtes bis auf 45 % erhöht wurden. Bei einem Strahlgegengewicht legt man das Kreuz zweckmäßig so, daß zwei Strahlen den Leitungen parallel liegen, um die Kopplungswirkung mit auszunutzen. Infolge des raschen Verschwindens des Stromes aus dem Gegengewicht läßt auch die Kopplung wieder nach, nach 90 m ist sie praktisch verschwunden. Auch aus diesem Grunde hat es sonach keinen Zweck, größere Drahtlängen zu verwenden.

Rechnerisch ergibt sich für ein Parallel- und ein Strahlengegengewicht folgende Verminderung der Spannung an den Isolatoren, wenn durch Blitzschlag eine Spannung U im Mastkopf erzeugt wird, die dann infolge Reflexion auf $2\,U$ ansteigt, wobei ein Masterdungswiderstand von 200 Ω und eine Schwingungsimpedanz von 400 Ω vorausgesetzt sind:

a) Parallelgegengewicht . . . $0{,}0635 \cdot 2\,U$
b) Strahlgegengewicht . . . . $0{,}0702 \cdot 2\,U$.

Das Parallelgegengewicht bleibt also leicht überlegen. Der Unterschied beträgt etwa 9 %.

Über den Einfluß der einzelnen Teilgrößen machen Bewley und Hagenguth folgende Angaben, denen ein Masterdungswiderstand von 400 Ω zugrunde liegt. U ist die Blitzspannung.

Angenommene Impedanz des Blitzkanals	200 Ω	400 Ω
Blitzseile mit 40% Kopplung allein	0,52 U	0,34 U
mit Gegengewicht, Wirkung der Impedanz allein	0,19 U	0,10 U
mit Gegengewicht und 10% zusätzlicher Kopplung	0,16 U	0,08 U

Die größte Wirkung geht also von der Herabsetzung der Impedanz aus.

Von Westinghouse war in Trafford im Anschluß an ein Hochspannungslaboratorium eine 600 m lange Versuchsleitung gebaut worden. Sie bestand aus Holzmasten, 10 m über Boden belegt mit einem Seil von 21,1 mm² und einem von 33,6 mm². Zwischen den Masten lag die Leitung infolge von Unebenheiten des Geländes z. T. wesentlich mehr als 10 m über Boden. Sie bildete eine vollständige Schleife. Aus einem Stoßgenerator wurde eine Welle auf die eine der beiden Leitungen gegeben und der Strom in dieser Leitung sowie die Spannung der zweiten Leitung gegen Erde gemessen. Daraus wurde für Abstände von 0,5 µs der Wellenwiderstand berechnet und aus einer Reihe von Messungen Mittelwerte gebildet. Der Wert schwankte zwischen 450 und 550 Ω. (Wie zu erwarten war. Der Berichter.) Blieben beide Leitungen ungeerdet, so konnte auch ihr Kopplungsfaktor gemessen werden. Er betrug im höchsten Punkte der Welle 0,25. Daraus ergibt sich dann der gegenseitige Wellenwiderstand zu $0{,}25 \cdot 500 = 125\ \Omega$.

Einer der Mastanker wurde als Erdung benutzt. Der mit dem Megohmmeter gemessene Erdwiderstand betrug 150 Ω; der Wellenwiderstand des Ankers nahm folgenden Verlauf:

Zeit µs	Widerstand Ω
0,25	250
0,50	120
0,75	100
1,00	90

Im Scheitelpunkt der Welle betrug er 75 Ω, von da fiel er allmählich auf 50 Ω.

Als Gegengewicht wurde ein massiver Kupferdraht von rd. 9,5 mm Dmr. verlegt. Er lag auf der ganzen Länge der Strecke auf der Erdoberfläche, nur ein kurzes Stück in der Nähe des Mastes, an dem die Versuche angestellt wurden, war leicht mit Erde bedeckt. Der Wellenwiderstand betrug

nach	Z =
0,25 µs	145 Ω
0,50 „	80 „
0,75 „	60 „
1,00 „	45 „
1,75 „	30 „

Mit dem Megohmmeter gemessen waren es nur 6 Ω.

Die Messung des Kopplungsfaktors zwischen beiden Leitungen nach Auslegen des Gegengewichtes ergab keine nennenswerte Veränderung. Versuche mit zwei auf dem Erdboden ausgelegten Leitungen führten zu dem Ergebnis, daß bei dem Blitzschutz von Leitungen die tatsächliche Eindringtiefe des Stromes gering ist, daß vielmehr die Wellenströme sich über die Erdoberfläche verbreiten und daß diese Ausbreitung die Wirkung des Eindringens ergibt. Daher ist die Bodenleitfähigkeit an der Erdoberfläche sehr wichtig.

Von den beiden oberirdischen Leitungen wurde die eine über den Ankerdraht geerdet und die andere durch den Stoßgenerator unter Spannung gesetzt. Zwischen beiden ergaben sich dann folgende Spannungsunterschiede:

a)	mit Erdung durch Ankerdraht	ohne Gegengewicht	212,5 kV
b)	ohne „ „ „	aber mit „	170,0 „
c)	mit „ „ „	und „	142,0 „

Im Falle a) beträgt die Potentialdifferenz nach 2 µs Dauer der Welle 93 % des Höchstwertes, nach 3 µs noch 77 %. Im Falle b) beträgt die Potentialdifferenz nach 2 µs Dauer der Welle nur 58 % des Höchstwertes, nach 3 µs nur noch 31 %. Im Falle c) ist die Potentialdifferenz nach 2 µs 57 %, nach 3 µs 31 %. Das Gegengewicht hat also die Potentialdifferenzwelle stark abgeschwächt und dadurch den Schutz erhöht, trotzdem es nicht günstig verlegt war, da es auf der Erdoberfläche lag. Der Leiter der Versuche (Fortescue) nimmt aber an, daß mit mehreren eingetriebenen Erdungen dasselbe zu erreichen gewesen wäre.

Die G E C hat im Anschluß an ihre Fabriken in Pittsfield eine 1000 m lange Leitung auf 10 m hohen Holzmasten errichtet. Sie war mit zwei Leitern von je 13,3 mm² belegt. Der eine davon konnte als Leiterseil, der andere

als Blitzseil geschaltet werden. Als Gegengewicht wurde ein 6,4 mm-Stahlseil von 283 m Gesamtlänge verlegt. Zuerst war es isoliert auf kurzem Holzstützen verlegt, wurde aber endgültig in 30 cm Tiefe eingegraben. Am entfernten Ende war es an eine Rohrerdung angeschlossen. Es wurde sowohl parallel wie senkrecht zu den Leitungen untersucht. Zwischen dem Stoßgenerator und dem Maste, an dem das Gegengewicht begann, war noch eine einzelne Leitung von 13,3 mm² verlegt, die den Wellenwiderstand des Blitzkanals darstellte. Es wurden drei Versuchsreihen veranstaltet:

a) Gegengewicht abgeklemmt. Einer der oberirdischen Leiter wurde unter Spannung gesetzt. Das entspricht etwa dem Einschlag im Erdseil mitten im Felde.
b) Einschlag im Gegengewicht bei isolierten oberirdischen Leitern.
c) Einschlag in einen oberirdischen Leiter und das Gegengewicht. Das entspricht dem Einschlag in einen Mast mit Blitzseil und Gegengewicht.

Dabei wurden drei verschiedene Längen des Gegengewichtes untersucht, nämlich 60, 150 und 283 m. Die Spannungen betrugen 15 und 90 kV.

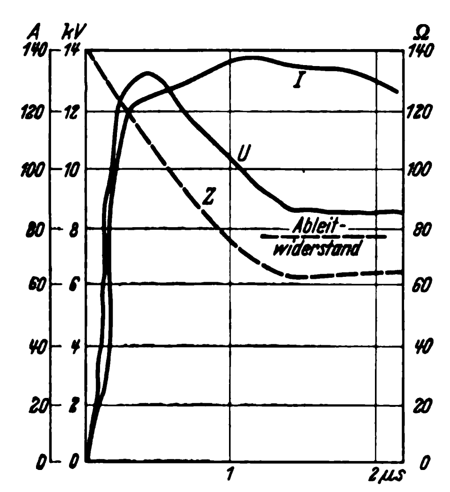


Abb. 3. Verhalten eines Gegengewichtes von 60 m Drahtlänge.

Auf dem 60 m-Gegengewicht hat der Wellenwiderstand nach 1,5 μs in unzweideutiger Weise seinen Endwert erreicht. Abb. 3 zeigt seinen Verlauf. Im Augenblick des Scheitels der Welle beträgt bei 283 m Länge der Wellenwiderstand 88 Ω, bei 60 m Länge aber 112 Ω. Der Ableitwiderstand bei den drei Längen betrug 77,5, 31,5 und 14 Ω.

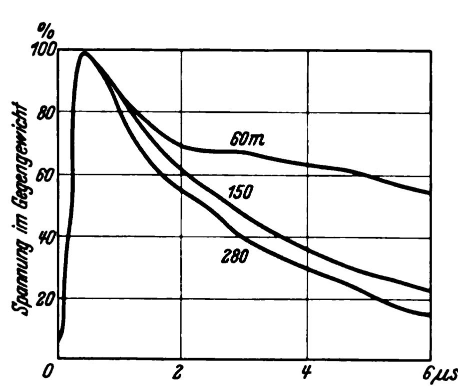


Abb. 4. Einfluß der Drahtlänge des Gegengewichtes auf das Absinken der Spannung.

Das Absinken der Spannungen bei den drei Längen zeigt Abb. 4; es geht aus ihr deutlich hervor, daß die größere Länge keinen Gewinn mehr bringt.

Bei natürlichen Blitzspannungen, die infolge ihrer großen Höhe zur Koronabildung am Gegengewicht führen werden, wird die Wellenspannung noch schneller absinken als bei den verhältnismäßig niedrigen Versuchsspannungen. Die Korona erhöht Kapazität und Ableitung, setzt dagegen die Induktivität herab. Dadurch wird auch der Wellenwiderstand verkleinert und die Übergangszeit verkürzt. Auch die Kopplung mit den Leitungen wird fester.

Zusammenfassung.

In der Erde liegende, mit dem Mast leitend verbundene, mit den Leitungen elektromagnetisch gekoppelte Leiter setzen die durch Blitzschläge im Mast erzeugte Spannung herab, während sie die Leiterspannung erhöhen und somit den Spannungsunterschied Mast—Leiter, damit aber auch die Neigung zu Isolatorüberschlägen verringern. Von Einfluß sind die Anordnung der Bodenleiter, ihre Länge und Zahl. Am günstigsten sind Parallelführung mit den Leitungen, eine Zahl von höchstens 4 Drähten und eine Einzeldrahtlänge von nicht mehr als 100 m. Die Wirksamkeit beruht in erster Linie auf der Herabsetzung des Mastfuß-Richtwiderstandes, in zweiter Linie auf der Kopplung mit den Leitungen, während der ohmsche Widerstand der Erdung von geringerem Einfluß ist. Kurze Bodenleiter, wie sie bei schlechten Erdungsverhältnissen als Banderdungen seit langem angewendet werden, wirken schädlich, weil sie durch Wellenzurückwerfung am offenen Ende die Mastspannung erhöhen.

A. Hamm VDE, Breslau.

Schrifttum.

1. V. Aigner, ETZ 54 (1933) S. 1233.
2. Conwell u. Fortescue, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. 49 (1930) S. 872.
3. Brune u. Eaton, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. 50 (1931) S. 1132.
4. Towne, Gen. electr. Rev. 35 (1932) S. 173.
5. Fortescue, Electr. Engng. 52 (1933) S. 908.
6. Bewley, Gen. electr. Rev. 37 (1934) S. 73.
7. Electr. Engng. 53 (1934) S. 467.
8. Fortescue u. Fielder, Electr. Engng. 53 (1934) S. 1116.
9. Bewley, Electr. Engng. 53 (1934) S. 1163.
10. Bewley u. Hagenguth, Electr. Wld., N. Y., 105 (1935) S. 479.

Eisen-Platin-Legierungen mit hoher Koerzitivkraft.

669. 1. 018 : 538. 22 : 621. 317. 7

Eine Untersuchung[1]) der magnetischen Eigenschaften der Eisen-Platin-Legierungen ergab für die eisenreichen Legierungen weitgehende Ähnlichkeit mit den irreversiblen Nickelstählen. Die Sättigungsmagnetisierung steigt vom Eisen ausgehend zunächst an, sinkt dann aber allmählich ab und geht bei rd. 56 Gew.-% Platin auf Null. Oberhalb dieses Gebietes tritt zwischen 60 und 87 Gew.-% wieder Ferromagnetismus auf (Sättigungsmagnetisierung $4\pi I_\infty$ bis 13 000, Curiepunkte bis 500°), der getragen wird von dem γ-Mischkristall und einer Verbindung Fe-Pt. Durch Abschrecken von hohen Temperaturen wird in diesen Legierungen eine außerordentliche Verbreiterung der Hystereseschleife bewirkt, die bei 75 % Pt mit Koerzitivkräften bis 1800 Oe bei einer Remanenz von etwa 4000 Gauß, d. h. mit $B_R \cdot H_c$ über $7 \cdot 10^6$ die höchsten heute bekannten Werte der Güteziffer bzw. des magnetischen Energieinhalts besitzt und die bisher besten Dauermagnete aus Ti-Stahl noch um 30 % übertrifft. Praktische Bedeutung in größerem Umfange dürfte den Werkstoffen infolge ihres hohen Preises nicht zukommen, dagegen kann für Sonderzwecke des Meßinstrumentenbaus, bei denen es auf höchste Leistung bei kleinstem Raumbedarf ankommt und der Preis keine Rolle spielt (wie Nadeln für Vibrationsgalvanometer und dergl.), ihre Verwendung vorteilhaft sein. *Kmn.*

[1]) L. Graf u. A. Kußmann, Physik. Z. 36 (1935) S. 544.



RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 398 : 621. 311 **Fernüberwachung von Kraftnetzen in England.** — Als leitungssparende Anordnung für die Fernübertragung von Befehlen und Meßwerten sowie für die Fernsteuerung von Bewegungsvorgängen aller Art an Schaltern, Schiebern, Reglern und dgl. ist in den letzten Jahren in England ein Verfahren durchgebildet worden, das unter Zuhilfenahme motorgetriebener Schaltfolgewalzen und normaler Sende- und Empfangsrelais Meßwerte und Befehle in Form von festgelegten Impulsen überträgt[1]). Nach diesem System wurde insbesondere der Betrieb des englischen mittel- und nordöstlichen 132 kV-Netzes durchgeführt und die Leitung in je einer Hauptbefehlsstelle in Leeds und Newcastle zusammengefaßt. Von jeder dieser Lastverteilerstellen aus werden die gesamten Schaltstellen des Netzes über gemietete Postfernsprechleitungen ferngemessen, fernüberwacht und zum Teil auch ferngesteuert. Alle Befehle und Meldungen einschl. Zählerablesungen werden nach einem Zahlensystem geschlüsselt. Die Sicherheit gegen Übertragungsfehler aller Art wird dadurch erreicht, daß die Quersumme jeder Schlüsselzahl am Empfangsort immer gleich bleiben muß, andernfalls wird die Meldung oder Steuerung verhindert. Dieses an und für sich bekannte Verfahren hat in der bisherigen Betriebszeit praktischen Schutz gewährt gegen Fehler in den Sende- und Empfangseinrichtungen sowie gegen Versperrungen der Sende- und Stromimpulse durch irgendwelche Stromeinflüsse. Die Sendespannung beträgt 50 V. Die Empfangsgeräte sprechen noch auf Impulse von 3 mA sicher an. Mit dem gleichen System wird auch das Unterwerk Queens-Park in London mit 68 Abzweigen fernüberwacht und ferngesteuert. — Die motorisch angetriebenen Schaltfolgewalzen werden übrigens auch zur raschen und gleichzeitigen Ferneinschaltung ganzer Beleuchtungs- oder Heizungsgruppen in Warenhäusern sowie für die Fernüberwachung von Koksöfen einer Gasanstalt und für die Fernsteuerung der Schieber des Rohrnetzes für die Gasverteilung benutzt. [E. M. S. McWhirter, Elektr. Nachr.-Wes. 13 (1935) S. 266.] *Sir.*

Leitungen.

621. 317. 333. 6 : 621. 315. 62 **Meßstange zur Feststellung fehlerhafter Isolatoren.** — Eine neue Meßstange zur Feststellung fehlerhafter Isolatoren während des Betriebes der Leitung wird unter dem Namen Efi (Elektrischer Fehler-Indikator) mit Erfolg in Schweden verwendet. Nach den darüber von A. Elgenberg gemachten Angaben wurde bei dem Bau der Meßstange auf genaues Ansprechen, leichte Handhabung, stabile und gefahrlose Bauweise in Verbindung mit geringem Gewicht und kleiner Kapazität besonderer Wert gelegt. Das Gerät besteht grundsätzlich aus einem statischen Voltmeter, dessen eine Platte feststeht, während die andere von einer Wendelfeder in ihrer normalen Lage gehalten wird. Werden die in der Meßstange eingebauten Metallplatten an die spannungführenden Teile des zu messenden Isolators angelegt, so wird bei fehlerfreien Isolatoren die bewegliche Elektrometerplatte gegen die feste Platte angezogen und dabei ein Kontakt geschlossen, der durch eine eingebaute Trokkenbatterie einen Summer ertönen läßt. Bei durchgeschlagenen oder fehlerhaften Isolatoren ist dagegen die Anziehungskraft zu gering, um den Kontakt zu betätigen: es entsteht also kein Summerton. Bei der konstruktiven Ausführung wurde darauf Rücksicht genommen, daß die Meßstange mit ihrem leichten Bambusrohr in jeder Lage, also auch von oben, benutzt werden kann. Um die Empfindlichkeit des Geräts der jeweiligen Betriebsspannung anzupassen, kann die feste Platte durch Schrauben verstellt werden. Die metallischen Fühlarme zum Anlegen an den Isolator sind auswechselbar, und zwar sind sie biegsam für die Prüfung von Kettenisolatoren und starr für die Prüfung von Stützenisolatoren.

Das Gerät wurde für 6gliedrige Ketten bei 70 kV Betriebsspannung in Elfkarleby entwickelt und ist bisher gewöhnlich für Spannungen von 2 bis 8 kV gebaut worden; es eignet sich dann auch für die Prüfung von Stützenisolatoren für 40 kV Betriebsspannung. Bei zweiteiligen Stützenisolatoren braucht nur der eine Fühlarm in das Bindemittel (Kitt oder Hanf) der beiden Isolatorteile eingeführt zu werden, während der andere Fühlarm nach unten geklappt bleibt. Die gleiche Stellung hat der eine Fühlarm beim Prüfen des dem Kettenaufhängepunkt benachbarten Gliedes. Die Meßstange hat sich bereits bei der Untersuchung von etwa 300 000 Isolatoren bestens bewährt und durch rechtzeitige Auswechslung fehlerhafter Isolatoren viele kostspielige Betriebsstörungen vermieden. [A. Elgenberg, Era, Stockholm, 8 (1935) S. 140.] *W. W.*

621. 315. 6. 001. 4 : 621. 315. 21 **Anwendungen der Isolationsforschung bei der Kabelherstellung.** — In der ETZ 56 (1935) H. 41, S. 1125 wurde über ein Verfahren zur Untersuchung des allmählichen, in radialer Richtung von Papierschicht zu Papierschicht fortschreitenden Verfalls der Kabelisolation berichtet. Trägt man den je Papierlage gemessenen Leistungsfaktor in Abhängigkeit von der radial gemessenen Lage der Schicht auf (Abstand Leiter—Bleimantel gleich 100 %), so ergeben sich U-förmige Kurven. Beschleunigt gealterte 69 kV-Einleiterkabel verschiedener Hersteller wurden derart geprüft; die mehr oder weniger U-förmig gestalteten Kurven gestatten die Herstellungsbedingungen in den einzelnen Kabelwerken zu vergleichen. Anderseits kann man mit diesem Verfahren auch feststellen, welche Fortschritte in ein und demselben Werk bei der Kabelherstellung gemacht wurden (vgl. Abb. 1). Den idealen Verlauf, nämlich den einer Parallelen zur Abszissenachse, zeigt keine der Kurven. Stärkere Papiere waren hinsichtlich des Leistungsfaktors günstiger als dünne. Prüfungen an Stücken einer Kabellänge, die ziemlich weit voneinander entfernt lagen, zeigten keine nennenswerten Unterschiede, erwiesen also die Gleichförmigkeit des Herstellungsvorganges.

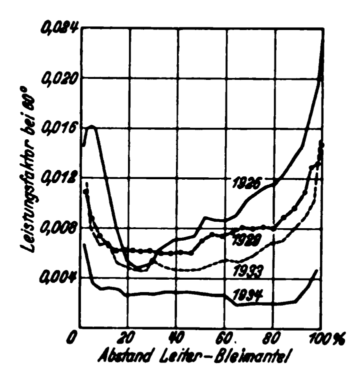


Abb. 1. Radial gemessener Leistungsfaktor neuer 69 kV-Kabel eines Kabelwerks aus den Jahren 1926 bis 1934.

Bei Dreileiterkabeln können zufolge der umständlicheren Herstellung leichter Gaseinschlüsse nahe am Leiter und am Bleimantel entstehen; diese Kabel haben daher um 10 bis 75 % höhere Leistungsfaktoren, aber auch hier haben die mäßigen Aufbiegungen der Kurven an den beiden Enden die Fortschritte in der Herstellung sichtbar werden lassen. Ein beschleunigt gealtertes Kabel war in zwei Stufen isoliert worden, und zwar innen mit dünnem, außen mit dickerem Papier. Die Pause zwischen den beiden Herstellungsabschnitten hatte genügt, daß in die Grenzschicht Gas- und vielleicht auch Staubteilchen eindringen konnten, denn es zeigte sich, daß die Leistungsfaktorkurve an der Berührungsstelle der beiden Isolationsschichten eine steile Spitze von etwa der gleichen Höhe aufwies, wie sie von den Endaufbiegungen der U-Kurve erreicht wird. Eine Meßtemperatur von 60 ° ist am geeignetsten.

Die erheblichen Fortschritte in der Kabelherstellung kommen auch in den höheren Durchschlagsfestigkeiten zum Ausdruck; diese stiegen z. B. um 200 % trotz einer Verringerung der Isolationsstärke um etwa 25 %. Die dielektrischen Verluste ließen sich in den Jahren 1920 bis 1934 außerordentlich herabdrücken: Der bei 80 ° gemessene Leistungsfaktor sank bei 13 kV-Dreileiterkabeln in diesem Zeitraum von etwa 0,24 auf 0,005, entsprechend sanken die Kosten der Energieverluste je Längeneinheit auf rund den fünften Teil. Ersparnisse durch Verminderung der Isolationsdicke sind wegen der damit verknüpften Senkung der Gesamtkosten des Kabels von großer wirtschaftlicher Bedeutung, so daß sich Aufwendungen für eingehende Untersuchungen der vorstehend behandelten Art unbedingt bezahlt machen. [D. W. Roper, Electr. Engng. 54 (1935) S. 816.] *Eg.*

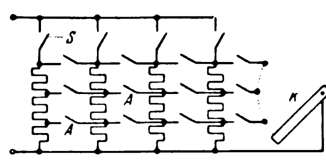
[1]) Siehe auch ETZ 56 (1935) H. 50, S. 1363.

Apparate und Stromrichter.

621. 316. 82 **Beiträge zur Bewertung von Regelungs- und Belastungswiderständen.** — Im Strom-Spannungs-Diagramm vermitteln zwei graphische Darstellungen einen guten Überblick über den Grad der erzielten Baustoffausnutzung und die Regeleigenschaften eines Widerstandes. Die Nutzfläche wird von den beiden Widerstandsgeraden für den kleinsten und den größten einstellbaren Widerstandswert und von der Kennlinie für den höchstzulässigen Belastungsstrom begrenzt. Sie gibt an, welche Regelaufgaben mit dem betreffenden Widerstand erfüllt werden können. Die Nutzfläche hat, obwohl von der Dimension einer Leistung (U · J), zunächst noch keine Beziehung zum Leistungsverbrauch oder zum Gewicht des Widerstandsbaustoffes. Diese Beziehung vermittelt die Leistungsfläche, die nach Abb. 2 am einfachsten für einen Reihenwiderstand, der aus einer großen Anzahl gleicher Widerstandselemente besteht, gezeichnet werden kann. Die Nutzfläche ergibt, da für alle

OPN Nutzfläche
OMPN Leistungsfläche

Abb. 2. Nutz- und Leistungsfläche eines Widerstandes.



A Anzapfschalter *K* Schalthebel
S Parallelschalter

Abb. 3. Parallelschaltung von Widerständen.

Widerstandselemente ein gleicher zulässiger Belastungsstrom angenommen wird und mit dem Reihenwiderstand $R = 0$ eingestellt werden kann, das Dreieck *OPN*. Die Leistungsfläche wird durch das Rechteck *OMPN* dargestellt, das aus der Summe der für jedes Widerstandselement gebildeten Rechtecke — zulässiger Belastungsstrom × Spannungsverbrauch — gebildet wird. Die Größe der Leistungsfläche kann man etwa den Kosten des aufgewendeten Widerstandsbaustoffes verhältnisgleich setzen. Da der Regelungswiderstand nur innerhalb der Nutzfläche wirklich ausgenützt wird, so ergibt das Verhältnis von Nutzfläche zur Leistungsfläche, Ausnutzungsgrad genannt, ein Maß für die erzielte Baustoffausnutzung. Es ist selbstverständlich, daß beim Entwurf von Regelungswiderständen durch Wahl einer zweckentsprechenden Nutzfläche, eines spezifisch hochbelastbaren Widerstandsbaustoffes und durch einen thermisch günstigen Aufbau[1]) ein möglichst hoher Ausnutzungsgrad angestrebt werden muß. Die Lage, Form und Größe der Nutzfläche ist durch die Art der gestellten Regelungsaufgabe gegeben. Durch die vorgegebene Nutzfläche ist die Wahl einer bestimmten Bauform bedingt. Die am häufigsten gebrauchten Bauformen, nämlich der aus mehreren gleichen Widerstandselementen zusammengesetzte Parallelwiderstand und der mit gleicher Querschnittsbemessung ausgeführte Reihenwiderstand befriedigen sowohl hinsichtlich der erzielten Nutzfläche als auch hinsichtlich des vorhandenen Ausnutzungsgrades nicht. Eine Verbesserung der Nutzfläche könnte durch Stufung der Querschnitte und damit der zulässigen Strombelastung erzielt werden. Der Ausnutzungsgrad wird jedoch hierdurch nicht beeinflußt. Er kann, wie eine Rechnung des Verfassers ergeben hat, bei nicht allzu grober Stufung höchstens 0,5 betragen. Auch die Vereinigung des Reihen- und Parallelwiderstandes führt nicht zu einem höheren Ausnutzungsgrad. Der höchste Ausnutzungsgrad, nämlich 1, läßt sich dadurch erreichen, daß man, wie Abb. 3 zeigt, die einzelnen, parallel zu schaltenden Widerstandselemente mehrmals anzapft und die gleichliegenden Anzapfungen über besondere Schalter zu einer Kontaktbahn führt. Beim Vollzug eines Regelvorganges werden zunächst die Parallelschalter *S* geschlossen und dann der Schalthebel *K* an der Kontaktbahn bis in die Endstellung ($R = 0$) geführt, wobei zu beachten ist, daß bei jeder Schaltstellung an der Kontaktbahn die entsprechenden Anzapfschalter *A* — vom Verfasser Aequipotentialschalter genannt — geschlossen werden müssen. Trotzdem die Anzapfschalter klein gehalten werden können, da sie keine Leistung zu schalten haben, bedeutet ihr Anbau wegen der vielen notwendigen Verbindungsleitungen eine unerwünschte Verteuerung und macht den Regelwiderstand unübersichtlich. Um diese Nachteile zu vermeiden, kann man unter Verzicht auf allergünstigste Baustoffausnutzung in den Anfangsstufen, die Anzapfungsschalter weglassen oder im Grenzfall sie nur in der letzten Stufe einbauen. Eine besonders günstige Nutzfläche erzielt man, wenn man die letzte Stufe solcher Widerstände für den vollen Strom auslegt. Unterteilte Widerstände, deren einzelne Widerstandselemente wahlweise in Reihen- oder Parallelschaltung zusammengeschaltet werden, ergeben zwar einen bestechend hohen Ausnutzungsgrad, aber eine ziemlich ungünstige Form der Nutzfläche. Die von Richter[1]) vorgeschlagenen Reihenwiderstände, bei denen unter Benutzung von Kontaktbahnen die Widerstandsteile stetig von Serien- in Parallelschaltung übergeführt werden können, ermöglichen eine gute Ausnutzung des Widerstandsbaustoffes. Diesem Vorteil steht jedoch die wenig übersichtliche Art der Regelung und die ungünstige Form der Nutzfläche gegenüber. [A. Rochleder, Elektrotechn. u. Maschinenb. 53 (1935) S. 427.] *Mzr.*

¹) Vgl. Fr. Moeller, ETZ 56 (1935) H. 42, S. 1143.

621. 319. 5 : 665. 7 **Elektrische Entteerung von Koksofengas.** — Auf der Großkokerei Consolidation der Mannesmannröhren-Werke, Abteilung Bergbau, wurde eine elektrische Entteerungsanlage für eine tägliche Gasleistung von 800 000 nm^3 Kokereigas errichtet und Anfang Mai dieses Jahres in Betrieb genommen. Die Anlage dient dazu, das Gas von 4 getrennt liegenden Batterien feinzureinigen, es also so zu entteeren, daß eine wirtschaftliche Entschwefelung und Benzolwäsche durchgeführt werden kann. Jede der 4 Batterien ist mit einer normalen mechanischen Entteerungsanlage ausgerüstet. Von den Entteerungsanlagen gelangt das Gas dann zu der für alle 4 Batterien gemeinsamen Ammoniakwäsche. Trotz der mechanischen Entteerung und der zwischengeschalteten Ammoniakwäsche enthält das Gas noch 0,7 bis 0,75 g Teernebel/nm^3, die in der elektrischen Entteerungsanlage, die im Sinne des Gasweges hinter der gemeinsamen Ammoniakwäsche eingeschaltet ist, restlos abgeschieden werden. Nach Durchgang durch die elektrische Entteerung steht ein nebelfreies Reingas für die Entschwefelung und Benzolgewinnung zur Verfügung, wobei noch besonders hervorzuheben ist, daß der Wirkungsgrad der elektrischen Entteerungsanlage weitgehend unabhängig von der Gastemperatur bei Eintritt in den Elektrofilter ist. Die Anlage besteht aus 4 Einzelfiltern, die in Parallelschaltung aufgestellt sind. Die Elektrofilter werden mit hochgespanntem Gleichstrom durch 2 Hochspannungs-Erzeugungsanlagen versorgt, die mit mechanischen Gleichrichtern ausgerüstet sind. Radioschutzvorrichtungen schützen vor Rundfunkstörungen. Der Stromverbrauch der elektrischen Entteerungsanlage beträgt bei einem Druckverlust von unter 5 mm WS weniger als eine kWh/1000 nm^3. Die gesamten Betriebskosten der Anlage werden allein durch den Mehranfall an Teer gedeckt. Neben der guten Auswirkung des wirklich teerfreien Gases auf die Entschwefelungsanlage zeigen sich auch die Vorteile in der Benzolwäsche; das teerfreie Gas läßt eine längere Verwendung des Waschöles zu, da die sonst durch den im Gas enthaltenen Teer verursachten Verdickungen des Waschöles vermieden werden. *f.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 3 : 537. 71 **Einführung der absoluten elektrischen Einheiten am 1. 1. 1940.** — Das ausführende Organ der Internationalen Meterkonvention, die Generalkonferenz für Maß und Gewicht, hat auf Vorschlag des ihm unterstellten Komitees für Maß und Gewicht im Jahre 1933 beschlossen, an Stelle des bisher allgemein benutzten Systems der Internationalen elektrischen Einheiten das absolute elektrische Maßsystem einzuführen, und gleichzeitig das Komitee für Maß und Gewicht ermächtigt, den Termin der Einführung der neuen Einheiten zu einem geeigneten Zeitpunkt festzusetzen.

Die Beschlüsse der Generalkonferenz sind für alle Staaten, die der Meterkonvention beigetreten sind, zu denen auch Deutschland gehört, bindend. Auf Ersuchen des Komitees für Maß und Gewicht werden daher folgende Beschlüsse dieses Komitees bekanntgegeben.

¹) Vgl. ETZ 42 (1921) S. 217.



Bekanntmachung.

Beschluß des Internationalen Komitees für Maß und Gewicht in der Sitzung vom 8. Oktober 1935:

1. In Ausübung der von der Generalkonferenz für Maß und Gewicht im Jahre 1933 dem Internationalen Komitee für Maß und Gewicht erteilten Ermächtigung und Verantwortlichkeit hat das letztere beschlossen, daß die endgültige Ersetzung des Systems der internationalen elektrischen Einheiten durch das absolute System der elektrischen Einheiten am 1. Januar 1940 in Kraft treten wird.
2. Unter Mitwirkung der Physikalischen Staatsinstitute beschäftigt sich das Komitee aktiv mit der Festsetzung der Beziehungen zwischen den internationalen Einheiten und den entsprechenden praktischen, absoluten Einheiten.
3. Das Komitee betont, daß es keineswegs erforderlich ist, daß irgendeines der vorhandenen elektrischen Normale (Etalons) zum Zwecke der Anpassung seiner Größe an die neuen Einheiten abgeändert oder modifiziert wird. Für die meisten Anwendungen der Ingenieurtechnik befinden sich die alten Werte der Internationalen Normalen (Etalons) in hinreichender Übereinstimmung mit den neuen Werten, so daß keinerlei Änderung, auch nicht des zahlenmäßigen Wertes, vorgenommen zu werden braucht. Für besondere Zwecke, die größere Genauigkeit erfordern, genügt stets die Anbringung von zahlenmäßigen Faktoren.
4. In der folgenden Zahlentafel wird ein vorläufiges Verzeichnis der Beziehungen zwischen den internationalen und den entsprechenden praktischen, absoluten Einheiten mitgeteilt, das bis zur vierten Dezimalen reicht. In Berücksichtigung der Tatsache, daß zwischen den in den verschiedenen Staatsinstituten aufbewahrten Normalen (Etalons) Abweichungen bestehen, welche die fünfte Dezimale erreichen, und mehr noch, weil alle Laboratorien bei den von ihnen unternommenen Bestimmungen der Werte ihrer Normalen (Etalons) im absoluten Maße noch keine endgültigen Ergebnisse erzielt haben, hält es das Komitee zur Zeit nicht für wünschenswert, eine höhere Genauigkeit anzustreben. Gleichwohl hofft das Komitee, daß es längere Zeit vor dem für die Ersetzung des internationalen Systems durch das praktische absolute System festgesetzten Termin in der Lage sein wird, die Aufstellung dieser Verhältniszahlen bis etwa zur fünften Dezimale zu erweitern.

1	internationales	Ampere	=	0,9999	absolute	Ampere
1	„	Coulomb	=	0,9999	„	Coulomb
1	„	Ohm	=	1,0005	„	Ohm
1	„	Volt	=	1,0004	„	Volt
1	„	Henry	=	1,0005	„	Henry
1	„	Farad	=	0,9995	„	Farad
1	„	*Weber*[1])	=	1,0004	„	*Weber*
1	„	Watt	=	1,0003	„	Watt.

Der Präsident
Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Stark.

621. 317. 733. 083. 5 **Selbsttätige Abgleichung von komplexen Kompensations- und Brückenschaltungen mit phasenabhängigen Nullmotoren.** Bei den für Gleichstrommessungen gebräuchlichen Kompensations- und Brückenschaltungen kann auf Stromlosigkeit des Nullzweiges in der Weise selbsttätig abgeglichen werden, daß das im Nullzweig liegende Drehspulgalvanometer über eine mechanische oder elektrische Relaiseinrichtung (z. B. Fallbügelmechanismus, Maximal- und Minimalkontakte oder Photozellen) mit einem Umkehrmotor oder Umkehrgetriebe das zur Herbeiführung des Kompensationszustandes dienende Abgleichmittel (z. B. den Schleifkontakt eines Schleifdrahtes) so beeinflußt, daß der Nullzweig stromlos wird. Derartige Anordnungen werden, insbesondere bei Temperaturmessungen mit Thermoelementen oder Widerstandsthermometern, als Relaisschreibgeräte in weitem Umfang angewendet und auch bei Kompensations-Fernmeßeinrichtungen benutzt.

[1]) Die Internationale Elektrotechnische Kommission empfiehlt den Namen Weber für die Einheit des magnetischen Flusses (Volt × Sekunden) im MKS-System.

Die in der Wechselstrom-Meßtechnik verwendeten komplexen Kompensations- und Brückenschaltungen, bei denen zwei (der reellen und imaginären Komponente entsprechende) Abgleichrichtungen und somit auch zwei diesen Richtungen zugeordnete Abgleichmittel (z.B. zwei Schleifdrähte) vorhanden sind, wurden bisher immer von Hand abgeglichen, eine selbsttätige Abgleichung solcher Schaltungen ist bis heute noch nicht ausgeführt worden. W. Geyger zeigt, daß auch bei derartigen Schaltungen eine selbsttätige Abgleichung erreicht werden kann, wenn man den beiden Abgleichrichtungen je ein fremderregtes, gleichzeitig als phasenabhängiger Nullzeiger und Umkehrmotor (als „Nullmotor") wirkendes Induktionszähler-Meßwerk zuordnet, das die jeweils benutzten Abgleichmittel beeinflußt (z. B. Steuerung der Schleifkontakte von Schleifdrähten). Da bei konvergenzgerechter Phaseneinstellung der (die beiden Richtvektoren darstellenden) Erregerfelder der Induktionszähler-Meßwerke ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Drehrichtung der Ankerscheibe und der zum konvergenten Abgleich notwendigen Abgleichrichtung vorhanden ist, so werden die Abgleichmittel stets im Sinn der angestrebten Kompensationseinstellung (Stromlosigkeit des Nullzweiges) beeinflußt. Um eine ausreichend hohe Meßempfindlichkeit zu erzielen, sind die beiden Zählermeßwerke über einen gemeinsamen Röhrenverstärker mit dem Nullzweig der Kompensations- oder Brückenschaltung verbunden. Die beweglichen Glieder der Abgleichmittel (z. B. die Schleifkontakte) sind mit den Zeigern von Anzeigeinstrumenten oder mit Schreibvorrichtungen mechanisch gekuppelt. Der neue Meßgrundsatz hat besondere Bedeutung für die Prüfung von kondensatorartigen Meßgegenständen (vollselbsttätige Aufzeichnung der Kapazität und des Verlustfaktors von Kondensatoren, Kabeln u. ähnl.[1]), kann aber auch für viele andere Zwecke (z. B. Messung des Wirk- und Blindwiderstandes von Spulenanordnungen, Gegeninduktivitäts-Messungen) dienen. Eine Abwandlung der Meßeinrichtung, bei der nur ein einziges, als Nullmotor wirkendes Induktionszähler-Meßwerk vorgesehen ist, eignet sich vorzüglich zur Schnellaufzeichnung sehr kleiner Widerstandsänderungen mit einem Kompensations-Tintenschreiber, beispielsweise bei Temperaturmessungen mit wechselstromgespeisten Widerstandsthermometern. [W. Geyger, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 12, S. 840.]

621. 317. 785. 025. **Ein neuer amerikanischer Wechselstromzähler.** — In einem Bericht von St. Green werden neue Wechselstromzähler beschrieben, die sich außer großer Meßgenauigkeit durch einige beachtenswerte Merkmale auszeichnen. Das dreizinkige Stromeisen ist mit dem vierzinkigen Spannungseisen mechanisch und magnetisch verbunden, wodurch der Luftspalt für die Läuferscheibe auf 3,2 mm genau festgelegt ist und der Zähler unabhängig von äußeren Streuflüssen wird. Auf die zwei Pole des Stromeisens ist die Stromspule leicht aufzuschieben, und zwar sind normal nur drei Nennstromstärken, 5,15 und 50 A vorgesehen, so daß für 2- und 3-Leiter-Zähler insgesamt sechs Stromwicklungen auf Lager liegen. Die Wicklungen sind für 400 % Dauerlast bemessen und haben je Pol 50 bzw. 60 AW. Die Breite des Klemmenstückes (140 mm), Durchmesser des Gehäuses (160 mm) und der Glaskappe (146 mm) sind normalisiert. Für den Stromkreis wird eine Erwärmung um 30 bis 40 ° zugelassen; der Verbrauch ist bei 5 A 0,25 W. Die leicht auf den Mittelschenkel des Spannungseisens aufsteckbare Spannungsspule ist lang und schmal gehalten, um kleine Windungslänge und großen Cu-Querschnitt verwenden zu können im Interesse eines geringen Frequenz- und Temperaturfehlers bei Phasenverschiebung. Bei $\cos\varphi = 1$ wird der Temperatureinfluß mit einem Stückchen Nickeleisen mit negativem Temperaturkoeffizienten zwischen den Enden der zwei Bremsmagnete beseitigt. Zwecks Verringerung der Spannungsabhängigkeit ist der magnetische Nebenschluß zum Spannungseisen in einem Teil gesättigt. Normal werden nur zwei Spulen, 115 und 230 V, verwendet. Verbrauch bei 115 V: 60 mA, 0,9 W, $\cos\varphi = 0,13$. Der Läufer (Al-Scheibe, 90 mm Dmr., Dicke 0,9 mm, 15 g, Al-Achse) ist nahe im Schwerpunkt gelagert, um die Reibung im Oberlager klein zu halten. Das Drehmoment bei Nennlast ist

[1]) Vgl. z. B. G. Keinath, Verlustfaktor-Messung an Hochspannungsapparaten, Arch. techn. Messen V 339—11 (1934) und Bericht Nr. 117 der „Conférence Internationale des Grands Réseaux Électriques à Haute Tension", Paris 1935.



4,6 cmg, die Drehzahl 25 U/min. Kleinere Drehzahlen würden größeres Moment und zu viel Baustoff erfordern sowie die Eichzeit zu sehr verlängern. Größere Drehzahl wird wegen der Lager für ungünstig gehalten. Als Überlastkompensation dient eine Stahlzunge mit Schlitzen zwischen den Strompolen, die zwei Nebenschlußwege darstellt, die nacheinander in den Sättigungsbereich kommen. Gleichzeitig tritt eine Polverbreiterung mit der Belastung auf. Die Zunge ist aus drei Lammellen aufgebaut, um Wirbelströme zu vermeiden, welche die Phase stören würden. Durch den Nebenschluß wird die Lastkurve bei jeder Phasenverschiebung bis 400 % gestreckt. Die Bremsmagnete aus Stahl von hoher Koerzitivkraft haben einen Luftspalt von 2,3 mm und etwa die 50fache Länge. Sie sind in einer Messingklammer in der Lage größter Bremswirkung gehalten, wobei die Lagerung des Läufers so erfolgt, daß die Scheibe ohne besondere Einstellung in der Mitte des Luftspaltes läuft. Jeder Magnet wird voll magnetisiert und dann durch einen starken Wechselfluß auf die Hälfte geschwächt, um ihn unempfindlich gegen Streufelder zu machen. Zur Drehzahlregelung bei Vollast dient ein mit Schraube zwischen den Magnetpolen verschiebbares Weicheisenklötzchen. Die Kleinlastregelung erfolgt mit einem Cu-Rähmchen, das um den Spannungspol, ebenfalls mit Schraube, schwenkbar ist. Die Phasenabgleichung mittels einiger Sekundärwindungen auf dem Stromeisen, die über einen Widerstand geschlossen werden, wird fest eingestellt und braucht nachträglich nicht verändert zu werden. Für Mehrphasenzähler werden genau dieselben Systeme verwendet, daher auch gleiche meßtechnische und thermische Eigenschaften und leichte Auswechselbarkeit und Ersatzlieferung. Von besonderem Interesse ist die für Drehstromzähler nötige Abgleichmöglichkeit der Systeme auf gleiche Einzeldrehmomente. Zu diesem Zweck wird vor jede Spannungsspule eine aus gleichem Draht gewickelte Relaisspule geschaltet, deren Scheinwiderstand durch ein mit Schraube verstellbares Eisenklötzchen geändert werden kann, wodurch sich das Drehmoment ändert, nicht aber die Phasenverschiebung. Mit dieser Einrichtung wird gleichzeitig die Unterbrechung einer Spannungsspule angezeigt. Der Relaiskern zieht nämlich, solange er erregt ist, einen Anker ein, wobei hinter einem Fenster das Wort „on" erscheint. Bei Unterbrechung fällt der Anker ab und es erscheint „off". Für die Genauigkeit wird angegeben: Fehler von 3 bis 300 % Strom innerhalb 0,5 %; bei 400 % —1,5 %. Fehler bei ± 15 % Spannungsänderung oder ± 5 % Frequenzänderung, $\cos\varphi = 1$ bis 0,5 innerhalb 0,4 %. Temperaturfehler von — 20 bis + 50 ° — 0,1 bis + 0,3 % bei $\cos\varphi = 1$, und + 2,3 bis — 1,6 % bei $\cos\varphi = 0,5$ %. Beurteilung: Die Zähler zeichnen sich durch große Genauigkeit, Maßhaltigkeit, leichte Eichbarkeit und herstellungstechnische Vorteile aus. Die rückwärts sitzenden Systeme sind aber nicht leicht zugänglich. Die hochwertigen Eigenschaften werden durch großen Baustoffaufwand, Gewicht und Preis erkauft. [Stanley Green, Electr. Engng. 54 (1935) S. 1073.] *Be.*

621. 317. 311. 083. 5 **Ein neuer Kompensations-Schnellschreiber für Gleichstrommessungen.** — Die bekannten Ausführungsformen der insbesondere bei Temperaturmessungen mit Thermoelementen und Widerstandsthermometern angewendeten Kompensations-Tintenschreiber haben infolge der aus ihrem Meß- bzw. Baugrundsatz (sog. Nachlaufsteuerung) sich ergebenden Eigenschaften eine geringe Einstellgeschwindigkeit; die Einstellzeit beträgt im allgemeinen etwa 15 bis 30 s, ist also ungefähr 10 bis 20mal so groß wie bei den gewöhnlichen Ausschlaginstrumenten. Neuerdings wird nun oft (z. B. bei Messungen mit Photozellen oder Strahlungspyrometern) die Aufgabe gestellt, die Einstellgeschwindigkeit der den Kompensations-Tintenschreiber betätigenden Nachlaufsteuerung so groß zu machen, daß die Einstellzeit höchstenfalls etwa 2 s beträgt, wobei ein Überschwingen oder Pendeln der Schreibfeder nicht auftreten darf.

W. Geyger beschreibt einen einfachen Kompensations-Schnellschreiber (Einstellzeit etwa 1 bis 2 s), der sehr kleine Strom- und Spannungswerte (Größenordnung: 0,1 mA bzw. 1 mV) nach dem Kompensationsverfahren ohne Energieverbrauch zu messen und fortlaufend aufzuzeichnen gestattet. Das im Gleichstrom-Kompensationskreis liegende Drehspul-Nullinstrument steuert eine stetig regelbare Gegeninduktivität von besonderer Bauart („Suchspule"), die über einen wechselstromgespeisten Röhrenverstärker ein mit einer Schleifdrahtanordnung und mit der Schreibvorrichtung mechanisch gekuppeltes, als Umkehrmotor wirkendes Induktionszähler-Meßwerk so beeinflußt, daß der Gleichstrom-Kompensationskreis stromlos wird. Da die jeweilige Drehgeschwindigkeit der Ankerscheibe dieses Meßwerks der jeweiligen Abweichung vom Kompensationszustand proportional ist, läuft die Ankerscheibe um so langsamer, je näher der von ihr bewegte Schleifkontakt an die Kompensationseinstellung herankommt. Infolgedessen kann die mit dem Schleifkontakt gekuppelte Schreibfeder nicht überschwingen oder pendeln. Eine elektrodynamische Rückwirkung der Gegeninduktivität auf die Drehspule kann nicht auftreten, weil die Sekundärspule der Gegeninduktivität (aus dünnstem Kupferdraht gewickelte Flachspule, Gewicht etwa 20 mg) mit dem Gitter der ersten Verstärkerröhre verbunden ist und somit praktisch stromlos bleibt. Bei voll ausgesteuertem Verstärker ist das an der Schreibfeder wirksame Drehmoment ungefähr gleich 1000 gcm, also etwa 100mal so groß wie bei den in der Starkstromtechnik gebräuchlichen Tintenschreibern. Als Lenkermechanismus kann entweder ein Ellipsenlenker oder ein sog. Schreibwagen vorgesehen werden. Je nach der Stärke des die Ankerscheibe dämpfenden Bremsmagneten läßt sich jeder gewünschte Dämpfungsgrad erreichen. Der Zeiger eines derartigen Kompensations-Schnellschreibers wird genau wie bei gewöhnlichen Ausschlaginstrumenten bewegt. Das Gerät kann in Verbindung mit Meßgleichrichtern auch zur Untersuchung von Wechselstrom-Meßgeräten benutzt werden. [W. Geyger, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 12, S. 848.]

Elektrisches Prüfamt 38. — Der Koblenzer Straßenbahn-Gesellschaft — Elektrizitätswerk — in Koblenz ist die Genehmigung[1]) erteilt worden, als „Elektrisches Prüfamt 38" amtliche Prüfungen und Beglaubigungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen, und zwar mit Gleichstrom bis 200 A 500 V und mit Wechsel- und Drehstrom bis 200 A 500 V.

Installation.

621. 316. 57. 027. 2 **Präzisions-Kleinselbstschalter.** — Der in Abb. 4 dargestellte Präzisions-Kleinselbstschalter, der einpolig und zweipolig für die gebräuchlichen Spannungen ausgeführt werden kann, ist ein Überstromschalter mit verstellbarer thermischer Überstrom-Auslösung. Der Bimetallauslöser vollzieht die Auslösung nicht mechanisch, sondern er schließt einen Kontakt für die Auslösespule; infolgedessen ist es möglich, den Schalter hochempfindlich einzustellen, so daß er schon bei ganz geringen Überlastungen genau anspricht. Weitgehende Anpassung an die jeweiligen Betriebsverhältnisse ist daher möglich. Die hohe Auslösegenauigkeit bleibt von der Raumtemperatur unberührt, da die Schalter Temperaturausgleich haben. Sie eignen sich als Tarifwächter zur Überwachung und Begrenzung der Höchststromentnahme im Stromkreis. Durch ihren Einbau kann das Elektrizitätswerk von einer besonderen Überwachung der Anschlußwerte absehen. In Pauschalanlagen dienen sie als Strombegrenzer. Als Zählerschutz können sie dort verwendet werden, wo Zähler und Stromverbraucher durch zu hohe Stromentnahme beschädigt werden können. Zum Schutz von empfindlichen Kleingeräten können sie infolge ihrer genauen Einstellbarkeit und Auslösung ebenfalls verwendet werden.



Abb. 4. Präzisions-Kleinselbstschalter.

In Sonderausführung sind sie als Fernschalter oder Gefahrschalter zu verwenden, da sie von beliebigen Stellen aus durch Druckknöpfe über die im Schalter befindliche

[1]) Reichsgesetzblatt S. 905.

Auslösespule ausgeschaltet werden können. Ferner sind sie als selbsttätige Meldegeber zu benutzen. Durch die Einwirkung auf den Bimetallauslöser wird der Meldestromkreis geschlossen. Auch in Hochspannungsanlagen ist der Schalter unter Benutzung normaler Stromwandler verwendbar, da der Spannungsverlust im Bimetallauslöser sehr niedrig ist. Zur Verhinderung von Stromdiebstahl in Anlagen mit geerdetem Nulleiter wird der Kleinselbstschalter vor oder hinter den Zähler geschaltet. *Sh.*

Verkehrstechnik.

621. 335. 5 **Elektrokarren im Werkbetrieb.** — Der Elektrokarren ist in den letzten Jahren ein unentbehrliches Transportmittel für Werke aller Art geworden. Er ist besonders mit Erfolg dort eingesetzt worden, wo es auf eine schnelle Beförderung innerhalb der Werkstatt ankommt. Die Vorzüge des Elektrobetriebes gegenüber

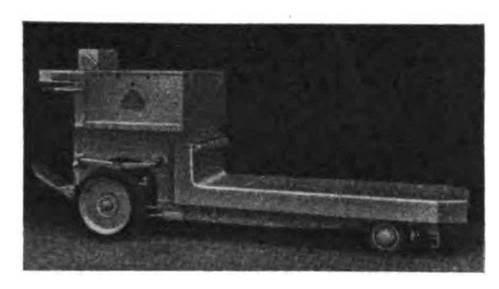


Abb. 5. Elektrohubkarren mit niedriger Plattform.



Abb. 6. Elektrokarren mit Führersitz.

einem Betrieb mit Verbrennungsmotoren, wie billigerer, sicherer Betrieb, Geräuschlosigkeit, Freiheit von Abgasen und Feuersicherheit, sind allgemein bekannt geworden. Die Ersparnis an devisenzehrenden flüssigen Treibstoffen ist als neuer wichtiger Punkt hinzugekommen. Der Elektrokarrenbetrieb beschränkt sich nicht mehr auf den Innenverkehr von Betrieben; diese Elektrofahrzeuge werden auch in zunehmendem Maße für den Außendienst eingesetzt. So hat ein bekanntes deutsches Werk, welches auch Lastkraftwagen herstellt, etwa 150 Elektrofahrzeuge für den eigenen Werks- und Straßenbetrieb laufen, davon über 40 im Straßenverkehr. Elektrohubkarren mit hoher oder niedriger Plattform (Abb. 5) ermöglichen die Verladung von Gütern auf Ladetischen bei Abwesenheit des Elektrokarrens; der Karren nimmt die Güter auf und stellt sie an der nächsten Verbrauchsstelle ab. Ähnlich findet der Elektroschlepper Verwendung. In engen Räumen löst der Vierradlenker mit seiner unerreichten Wendigkeit die schwierigsten Transportaufgaben. Für größere Fahrstrecken innerhalb der Werke werden Elektrokarren mit einfachem Führersitz bevorzugt (Abb. 6). Nach den Veröffentlichungen des Reichskuratoriums für Wirtschaftlichkeit[1]) werden durch Elektrokarren Ersparnisse bis zu 70 % gegenüber dem bisherigen Handbetrieb erzielt, die Durchschnittszahlen liegen bei etwa 50 %. Besonders günstig sind die Betriebsergebnisse in Werkstätten mit Reihenfertigung bei Einsatz von Elektrohubkarren, bei welchen die Pausen für das Beladen und Abladen durch Verwendung von Hubtischen fortfallen. *f.*

[1]) RKW-Veröffentlichung Nr. 10, Die gleislose Flurförderung, Teil 1, S. 102.

Fernmeldetechnik.

621. 396. 8. 029. 6 **Ultrakurzwellen im Stadtgebiet.** — Während des Sommers 1933 wurden im Bostoner Stadtgebiet Feldstärkemessungen bei einer Frequenz von 34 600 kHz durchgeführt. Die Strahlungsleistung des ortsfesten Gegentaktsenders (2 · 75 W) betrug 73 W. Der Sendedipol befand sich etwa 16 m über dem Dach eines 30 m hohen Gebäudes. Der Mittelpunkt des Empfängerdipols des in einen Lastwagen eingebauten Empfängers lag etwa 2½ m über dem Boden. Bei Annahme nichtleitenden Erdbodens und bei streifendem Einfall der Wellen (negativer Fresnelscher Reflexionskoeffizient vom Betrage 1) ergibt sich durch Interferenz der direkten und reflektierten Strahlung für die Feldstärke das Gesetz $E = 240\, II^2\, HI \frac{h_1 h_2}{x^2 d^2}$. Dabei bedeutet H die effektive Höhe des Sendedipols, h_1 und h_2 die Höhen der Sende- bzw. Empfangsdipolmitte über der Erde, d die Entfernung zwischen Sender und Empfänger. Rechnet man die Höhe der Sendeantenne nicht vom Boden, sondern von der mittleren Höhe der umgebenden Dächer, so stimmen Theorie und Messung befriedigend überein.

Die dargestellte Theorie wird einer bisher vielfach vertretenen Auffassung gegenübergestellt, nach welcher die Gegenwart des Erdbodens die Ausbreitung nur insofern beeinflußt, als beim Durchdringen von Hindernissen eine Dämpfung der Wellen eintritt, die durch einen exponentiellen Absorptionsfaktor im Ausdruck für die Ausbreitung im freien Raum berücksichtigt werden kann. — Der Arbeit sind Karten des Bostoner Stadtgebiets mit eingetragenen Feldstärkeniveaulinien beigegeben. [C. R. Burrows, L. E. Hunt u. A. Decino, Electr. Engng. 54 (1935) S. 115.] *Gkf.*

621. 395 : 621. 315. 2 **Fernsprechkabel.** — Die an Fernsprechkabel gestellten Anforderungen haben sich infolge der schnellen technischen Fortschritte im letzten Jahrzehnt erheblich verschärft. U. Meyer gibt einen gedrängten Überblick über diese Anforderungen und geht dazu von den verschiedenen Aufgabenkreisen aus, die bei Fernsprechkabeln vorhanden sind. Er erläutert im einzelnen die Forderungen in übertragungstechnischer Hinsicht (Dämpfung, Verzerrung), die durch Hintereinanderschalten der Leitungen bedingten Forderungen (Laufzeit, gleichmäßiger Wellenwiderstand), die Forderungen durch die Vielzahl der Leiter im Kabel (Nebensprechen usw.); schließlich verlangt auch die Vielfachausnutzung noch besondere Kabeleigenschaften. — Im zweiten Teil seiner Arbeit zeigt der Verfasser, wie man heute all diese Forderungen durch den Aufbau der Fernsprechkabel zu erfüllen sucht. Leiter, Isolation, Verseilung und äußere Hülle werden so hinsichtlich der wichtigsten Herstellungsgrundsätze behandelt und abschließend die z. Z. bei Fernsprechkabeln geforderten elektrischen Werte zusammengestellt. [U. Meyer, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 11, S. 733.] *Wr.*

621. 34. 024-58 : 621. 398 **Drehfeld-Übertragungssystem mit Gleichstromerregung.** — Das unter dem Namen „Granat" bekanntgewordene System stellt eine Einrichtung zur Übertragung von Winkelstellungen dar. Als Geber dient ein dauernd laufender Gleichstromnebenschlußmotor mit einer besonderen zusätzlichen Bürstenanordnung, die drehbar angebracht und entsprechend dem zu übertragenden Winkelwert einstellbar ist. Die zwischen den vorzugsweise 3 um je 120° versetzten Bürsten abgegriffenen Spannungen werden über drei Fernleitungen dem Empfänger zugeführt. Dieser besitzt einen Anker mit dreiphasiger Wicklung und ein mit Gleichstrom erregtes Ständerfeld. Wird der Anker über seine drei Schleifringe an die Fernleitungen angeschlossen, so durchfließen ihn Ströme nach Maßgabe der zwischen den Geberbürsten wirksamen Spannungen. Unter ihrem Einfluß stellt sich der Anker auf das Ständerfeld ein, wobei er eine mit der jeweiligen Geberbürstenanlage übereinstimmende Richtung annimmt und somit den fernzuübertragenden Winkel anzeigt. Einer Auslenkung aus der Sollstellung setzt der Empfänger ein Drehmoment entgegen, das mit der Winkelabweichung vom Geber sinusförmig veränderlich ist.

An einen Gebermotor können mehrere Empfänger parallel angeschlossen werden. Sie stören sich in ihrer An-

zeige untereinander praktisch nicht, und sind auf den Geber ohne nennenswerte Rückwirkung, selbst wenn ein Empfänger in seiner freien Einstellung z. B. durch ein Belastungsdrehmoment gehindert wird. Die erforderlichen Verstellkräfte am Geberbürstensatz sind gering und nur durch dessen Reibung gegeben. Bei Übertragung laufend veränderlicher Winkelwerte tritt infolge der elektromotorischen Kräfte, die entsprechend der jeweiligen Drehgeschwindigkeit im Empfänger induziert werden, eine Fälschung der Anzeigewerte im Sinne einer Nacheilung gemäß der jeweiligen Geschwindigkeit gegenüber der Geberstellung ein. Auch nimmt das maximal übertragbare Drehmoment mit zunehmender Geschwindigkeit rasch ab. Die Erwärmung des Systems infolge der Jouleschen Verluste ist im Stillstand am größten. Diese Verlustleistung ist stets wesentlich größer, als die vom Empfänger günstigstenfalls abnehmbare mechanische Nutzleistung.

Schaltet man zwischen Geber und Empfänger einen konstant angetriebenen Generator, bestehend aus einem dreiphasigen Ständer und einem Gleichstromanker mit drehbarem Bürstensatz, indem der Ständer mit dem Geber und der vorzugsweise dreiteilige Bürstensatz mit dem Empfänger verbunden wird, so erhält man am Empfänger die Summe oder Differenz der an beiden Bürstensätzen vorgenommenen Einstellungen. Der Zwischengenerator wird daher auch als Differentialgeber bezeichnet. Bei Verstellung der Geberbürsten dreht sich das Ständerfeld des Differentialgebers um gleiche Beträge, entsprechend bewegt sich auch, wenn die Differentialgeberbürsten feststehen, der Empfänger. Der als Zwischengenerator wirkende Differentialgeber gestattet eine beträchtliche Verstärkung der dem Geber entnommenen Leistung, so daß mit einem kleinen Geber ein bedeutend größerer Empfänger, als bei direkter Übertragung betrieben werden kann. Auch bei dieser Art der Zusammenschaltung tritt in Abhängigkeit von der Drehgeschwindigkeit der Geberbürsten eine Fälschung der Empfängereinstellung ein, und zwar im Sinne einer Voreilung, wenn das Drehfeld im Stator des Differentialgebers mit der Antriebsrichtung des Ankers gleichsinnig ist, bzw. einer Nacheilung, wenn die Drehsinne gegenläufig sind. Das übertragbare Drehmoment ist am größten, wenn eine schwache gleichsinnige Bewegung vorliegt und nimmt rasch auf Null ab, sobald sich in beiden Umlaufsinnen die Drehfeldgeschwindigkeit der Antriebsgeschwindigkeit des Differentialgeberankers nähert. Weit schwächer ist die Drehmomentverminderung, wenn die Differentialgeberbürsten bei festgehaltenen Geberbürsten mit größeren Geschwindigkeiten verstellt werden. Auch tritt hierbei am Empfänger keine Fälschung der Anzeige in Abhängigkeit von der Verstellgeschwindigkeit ein. [S o r n e i n, Rev. gén. Électr. 38 (1935) S. 291.] *Okr.*

Werkstatt und Baustoffe.

538. 22 : 546. 6 **Ferromagnetische Eigenschaften des Gadoliniums.** — Die zur Untersuchung benutzte Probe metallischen Gadoliniums von 0,12 g Gewicht enthielt weniger als 0,73 % Fremdstoffe. Die hauptsächlichsten gefundenen Eigenschaften sind:

1. Der Curie-Punkt der magnetischen Umwandlung liegt bei 16 ± 2 ° C.
2. Die magnetischen Eigenschaften wurden vom Curie-Punkt abwärts bis 77 ° K untersucht. Bei 77 ° K überschreitet die spez. Magnetisierung bei 15 000 Örstedt die von Eisen. Der Anstieg ist aber wesentlich flacher als bei Eisen.
3. Die spez. Magnetisierung sinkt nach einem hyperbolischen Gesetz mit der Temperatur ab. Sie liegt bei 77 ° K etwa bei 230 cgs und bei 270 ° K bei 110 cgs.
4. Die Zahl der Weißschen Magnetonen ist etwa dreimal so groß für Gadolinium wie für Eisen.

[G. U r b a i n, P. W e i ß u. F. T r o m b e, Rev. gén. Électr. 38 (1935) S. 503.] *Lu.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

368. 6 (063) **Betriebsleitertagung 1935.** — Diese wurde von der Allianz und Stuttgarter Verein, Versicherungs AG. am 25./26. 10 in Berlin veranstaltet, um den praktischen Ingenieuren zu zeigen, wie sich auf verschiedenen Betriebsgebieten vermeidbare Schäden in Zukunft mehr als bisher ausschalten lassen. Dr. S c h w e n k h a g e n sprach zu den Störungsvorgängen durch Kurz- und Erdschluß, Betr.-Ing. L e o p o l d über Betriebserfahrungen in Hochspannungsanlagen, bei denen immer noch Fehlschaltungen vorkommen und sich die angewendeten Mittel zur Vermeidung von Störungen als unzureichend erweisen. Es wurde vorgeschlagen, in die Fernbetätigung der Trennschalter gleichzeitig Verriegelungen einzubauen. Gegenüber der elektrischen Verriegelung weise die pneumatische wesentliche Vorteile auf. Den Steuer- und Signalkreisen müsse bei Planung und Bau mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden. Dr. B e r t h o l d berichtete über die neuerliche Anwendung der Interferenzerscheinungen, die beim Auftreffen von Röntgenstrahlen auf kristalline Werkstoffe eintreten, zur Ermittlung von elastischen Spannungszuständen in Werkstoffen und Bauteilen.

Prof. Dr.-Ing. Georg K e i n a t h sprach über neuere Meßverfahren zur Überwachung der Hochspannungsprüfung elektrischer Geräte und zur Betriebsüberwachung durch Messung der dielektrischen Verluste. Es ist unumgänglich notwendig, die einfache Hochspannungsprüfung noch zu überwachen, um sich zu vergewissern, ob nicht eine Zerstörung dabei eingetreten ist. Das geschieht in der Weise, daß man nach dem Vorschlag von Keinath ein Diagramm der dielektrischen Verluste aufnimmt, zunächst als Funktion der Spannung während des Steigerns der Prüfspannung, und dann während der Prüfzeit als Funktion der Zeit. An dem ersten Teil des Diagramms sieht man, ob der Ionisationsknick genügend weit oberhalb der Betriebsspannung liegt, aus dem zweiten Teil sieht man, ob keine Beschädigung während der Prüfung eingetreten ist. Bei der Prüfung gleicher Apparate erhält man auf diese Weise einen guten Einblick in die Gleichmäßigkeit der Herstellung. Im Betriebe sind dielektrische Verlustmessungen zu empfehlen zur Überwachung der Isolation größerer, wertvoller Generatoren.

Für diese Messungen sind zwei Verfahren entwickelt worden, das eine mit photographischer Aufzeichnung unter Verwendung eines Schwinggleichrichters, das andere, das für Betriebsmessungen wichtiger ist, unter Verwendung zweier selbsttätiger Potentiometer mit direkter Aufzeichnung der Kapazität und des Verlustfaktors mit Tintenschreibern.

Mit dieser Einrichtung lassen sich zunächst nur ganz grobe Fehler erkennen. Es ist aber notwendig, diese Verfeinerung der Prüfverfahren vorzunehmen, damit im Laufe einiger Jahre Erfahrungen gesammelt werden. *Pge.*

AUS LETZTER ZEIT.

Elektrisch betätigte Orgel in Stralsund. — Die alte Orgel der St.-Nicolai-Kirche in Stralsund wird z. Z. erneuert und vergrößert. Statt 3500 Pfeifen erhält die Orgel 5500 Pfeifen. Um einen leichten Tastenanschlag zu gewährleisten, wird zwischen Spieltisch und Orgel eine elektrische Übertragung mit Kleinspannung vorgesehen. Der Betriebsstrom wird in einer kleinen Dynamo erzeugt und durch Kontakte des Spielwerks gesteuert.

Drahtlose Ferntagung. — Die International Combustion Ltd. hielt am 29. 11. mit Unterstützung der britischen Postverwaltung eine Ferntagung über Funksprechverbindungen ab, an der außer dem Leiter der Gesellschaft in London Vertreter in Sydney, Melbourne, Adelaide, Perth, Calcutta, Bombay, Wellington, Buenos Aires, Johannesburg, Kapstadt und Buluwayo teilnahmen, ferner die Werke der Gesellschaft in Derby und ihre verbündeten Geschäftsstellen in Paris und New York. *Bm.*

Preisausschreiben für einen Kofferempfänger. — Der Radio-Großhändler-Verband hat Geldpreise für die Konstruktion eines Kofferempfängers ausgesetzt. Der Empfänger soll leicht sein und soll bei geringen Abmessungen ein günstiges Verhältnis zwischen Aufwand und Leistung aufweisen. Der Verband hofft, daß ein solcher Kofferempfänger geeignet ist, die Saisonschwankungen in der Rundfunkindustrie zu mildern und zur Belebung dieser Industrie beizutragen. Näheres ist durch die Geschäftsstelle des Verbandes, Berlin SW 11, Großbeerenstraße 95, zu erfahren.

WIRTSCHAFTSTEIL.

Der Aufbau und die Verflechtungen der Elektrowirtschaft.

Von A. Friedrich und Dr. B. Thierbach, Berlin.

658. 1 : 621. 3 (43)

Übersicht. Nach einem Überblick über die geschichtliche Entwicklung der einzelnen elektrogewerblichen Gruppen und ihrer heutigen Verflechtungen werden im einzelnen behandelt: Die Elektrogewerbe und ihre Tätigkeitsgebiete; die Betriebs- und Beschäftigungszahlen der Elektrowirtschaft; Einordnung der Elektrogewerbe in die Gesamtorganisation der gewerblichen Wirtschaft; gemeinsame elektrowirtschaftliche Organisationen.

Einleitung.

Der organisatorische Neuaufbau der deutschen Elektrowirtschaft — hierunter werden Elektroindustrie, Elektrizitätserzeugung und -verteilung, Elektrohandel und Elektrohandwerk verstanden — hat heute bereits so festgefügte Formen angenommen, daß eine Zusammenstellung ihrer Tätigkeitsgebiete, ihrer Größenverhältnisse, ihres Einbaus in die Organisation der gewerblichen Wirtschaft und ihrer gegenseitigen Verflechtungen zweckmäßig erscheint.

Das Erfordernis einer zusammenfassenden Darstellung der Elektrowirtschaft ist dadurch gegeben, daß die ihr angehörenden Gruppen, obwohl sie entsprechend ihren unterschiedlichen Aufgaben ganz verschiedenen Wirtschafts- und Reichsgruppen angehören, in ihrem Bestehen aufs engste aufeinander angewiesen sind. Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Elektrowirtschaft wird durch die Tatsache gekennzeichnet, daß sie im ersten Vierteljahr 1935 bereits 470 000 bis 480 000 Volksgenossen beschäftigte.

I. Geschichtliche Entwicklung.

Die Gründung der ersten öffentlichen Elektrizitätswerke erfolgte durch die Hersteller elektrotechnischer Geräte und Einrichtungen, meist gemeinsam mit bestimmten Bankgruppen. Die Erzeugung und der Vertrieb elektrotechnischer Erzeugnisse, die Errichtung und die Betriebsführung der Elektrizitätswerke, ebenso aber auch ein großer Teil des Reparaturwesens und der Installationstätigkeit lagen damals fast ausschließlich in Händen der Elektroindustrie. Nachdem dann, insbesondere in den Großstädten, ein Teil der städtischen Elektrizitätsversorgung in Form kommunaler Regiebetriebe organisiert worden war, kam es ab 1895 zur Gründung von Überlandzentralen; diese größtenteils wieder von elektroindustriellen Unternehmungen beherrschten Gesellschaften dehnten ihre Versorgungsgebiete rasch aus, wobei sie verschiedentlich bestrebt waren, den kommunalen Werken Erweiterungsmöglichkeiten abzuschneiden. Um die Jahrhundertwende verfolgten die elektroindustriellen Unternehmungen weitgehende elektrizitätswirtschaftliche Interessen, waren jedoch an der Mehrzahl der Versorgungsunternehmungen, die unter ihrem Einfluß standen, nicht unmittelbar, sondern über Finanzierungs- und Dachgesellschaften, beteiligt, in deren Beherrschung sie sich mit Bankgruppen teilten (Zahlentafel 1).

Zahlentafel 1. Elektrowirtschaftliche Verflechtungen im Jahre 1900.

1. Bezeichnung der Gruppen	2. Fabrikationsgesellschaften	3. Beherrschte Finanzierungs- oder Versorgungsunternehmungen	4. Hauptbeteiligte Bank	5. Zahl weiterer beteiligter Banken
Siemens	Siemens & Halske A. G.	Siemens Elektrische Betriebe A. G. Elektrische Licht- u. Kraftanlagen A.G.	Deutsche Bank	10
AEG	AEG	Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft Allgemeine Lokal- u. Straßenbahn-Gesellschaft Berliner Elektrizitätswerke	Berliner Handelsgesellschaft	7
Schuckert	Elektrizitäts-A. G. vorm. Schuckert	Continentale Gesellschaft für elektrische Unternehmungen Rheinische Schuckert-Gesellschaft Elektra A. G., Dresden	W. H. Ladenburg, Mannheim	7
Helios	Helios-Elektrizitäts-A. G.	A.G. für Elektricitätsanlagen AG. Bayerische Elektricitäts-Werke	J. L. Eltzbecher, Köln	8
Lahmeyer	Elektrizitäts-A. G. vorm. W. Lahmeyer & Co.	Deutsche Gesellschaft für elektrische Unternehmungen	Von Erlanger & Söhne, Frankfurt a. M.	7
Kummer	AG. Elektrizitätswerke Dresden	Elektrizitäts-Betriebe A. G., Dresden A. G. für elektrische Anlagen u. Bahnen	Kreditanstalt für Industrie und Handel, Dresden	1
Union	Union-Elektrizitäts-gesellschaft, Berlin	Gesellschaft für elektrische Unternehmungen, Berlin	Disconto-Gesellschaft	5

Die kurz nach der Jahrhundertwende einbrechende Krise brachte eine weitreichende Umgruppierung innerhalb des Einflußbereichs der Elektroindustrie, wobei z. B. die Gruppen Helios, Union, Schuckert, Lahmeyer und Kummer teils zusammenbrachen, teils ihre Selbständigkeit verloren; es kam bald darauf zur Gründung von Überlandzentralen durch öffentlich-rechtliche Körperschaften; auch Zechengruppen (z. B. Stinnes) ordneten sich schon vor dem Kriege Elektrizitätsunternehmungen unter, um sich für den Überschußstrom ihrer eigenen Anlagen Absatz zu sichern.

Das Bild änderte sich weiterhin dadurch, daß zunächst Kreise und Kreisverbände, dann aber auch die Provinzen, die Länder und das Reich vor allem in der ersten Nachkriegszeit zur Gründung von Großkraftwerken, z. T. zur Schaffung größerer Versorgungsgebiete und mehrfach auch zur Einflußnahme auf schon bestehende Finanzierungs- und Dachgesellschaften übergingen. Der Einfluß der Elektroindustrie auf die Elektrizitätsversorgung ging im Zusammenhang hiermit relativ und absolut immer mehr zurück.

Die letzte amtliche Untersuchung über die noch bestehenden Kapitalverflechtungen dieser Art bezieht sich auf den heute bereits überholten Stand von Ende 1932.

Zahlentafel 2. Die elektrowirtschaftlichen Aktiengesellschaften.

Gruppe	Zahl der Aktiengesellschaften	Nominalkapital Mill RM	Hiervon unmittelbar in öffentlicher Hand in %
Elektroindustrie	163	844,31	.
Stromversorgung . . .	201	2442,48	32,46
Beteiligungsgesellschaften[1])	148	1374,70	27,36

[1]) Einschl. der auf anderen Wirtschaftsgebieten tätigen Beteiligungs- und Finanzierungsgesellschaften.

Die Tätigkeit der in dieser Statistik erfaßten Dach- oder Beteiligungsgesellschaften erstreckt sich keineswegs nur auf elektrizitätswirtschaftliche Interessen, sondern auch auf sämtliche Gebiete der Industrie, des Handels, des Verkehrs und des Kreditwesens. Bei denjenigen Dachgesellschaften, die ausschließlich oder großenteils elektrizitätswirtschaftlich tätig sind, überwiegt verschiedentlich der Einflußbereich der öffentlichen Hand, so z. B. bei der Vereinigte Industrieunternehmungen AG. (VIAG), der Vereinigten Elektrizitäts- und Bergwerks-AG. (Veba), der Elektra AG., Dresden, der Thüringer Gas-Gesellschaft, der Berliner Elektrizitäts-Union und der AG. Thüringische Werke. (Vgl. Zahlentafel 2.)



Zahlentafel 3. Kapitalmäßige Verflechtungen der Elektrowirtschaft Ende 1932. (Beherrschte Kapitalteile in Mill RM.)

Beteiligungsaktive Gruppen[1])	Beteiligungspassive Gruppen[2])		
	Elektroindustrie	Elektrizitätsversorgung	Dachgesellschaften
Elektroindustrie . . .	.	8,05	37,80
Stromversorgung . . .	0,25	.	40,62
Dachgesellschaften . .	119,42	522,80	.

[1]) Gruppen, die an anderen Gruppen beteiligt sind.
[2]) Gruppen, an denen andere Gruppen beteiligt sind.

Die Beteiligung von Stromversorgungsgesellschaften an elektrotechnischen Unternehmungen, die 1932 noch unerheblich war, hat sich auch in der Zwischenzeit nicht vergrößert. Andererseits haben sich die Beteiligungen der Elektroindustrie an Elektrizitätswerken und Dachgesellschaften noch weiterhin stark vermindert, insbesondere durch die bekannten Abstoßungen der AEG (Verkauf der Bank Elektrischer Werte und der Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft); sie bilden heute einen nur unerheblichen Betrag. Somit sind unmittelbare kapitalmäßige Verflechtungen zwischen der Elektroindustrie und der Stromversorgung gegenwärtig fast restlos verschwunden (Zahlentafel 3). Auch die mittelbaren Verflechtungen, die darin liegen, daß einige Dachgesellschaften gleichzeitig an Versorgungs- und Fabrikationsunternehmungen beteiligt sind, bilden ebenfalls kein wesentliches Merkmal für die Einflußzusammensetzung. Dachgesellschaften, die gleichzeitig Stromversorgungs- und elektroindustrielle Unternehmungen überwachen, sind z. B. die Gesfürel, die Elektrische Licht- und Kraftanlagen AG., die Elektrizitäts-AG. vorm. Schuckert & Co., die Rheinische Elektrizitäts-AG. und die Deutsche Continental-Gas-Gesellschaft. Die Trennung in rein elektrotechnische Unternehmungen einerseits und in reine Stromversorgungsunternehmungen anderseits ist somit auch kapitalmäßig weitgehend vollzogen. Dagegen sind noch verschiedentlich Elektrizitätsversorgungsunternehmungen und elektroindustrielle Gesellschaften, besonders die „Allfabriken", im Vertrieb sowie auch in der Installation und im Reparaturgewerbe tätig, vorwiegend unmittelbar, teilweise aber auch über Beteiligungen.

II. Die Elektrogewerbe und ihre Tätigkeitsgebiete.

Elektrizitätswerke. In Tafel 4 werden die Elektrogewerbe und ihre Tätigkeitsgebiete dargestellt. a) öffentliche: Die Entwicklung hat dahin geführt, daß

Tafel 4. Die Elektrogewerbe und ihre Tätigkeitsgebiete.

		Strom-Erzeug.	Elektrogeräte			Beratung
			Herstellung	Einbau	Vertrieb	
I. Elektr. Werke	a) öffentliche	━━	------	——	——	——
	b) Eigenanlag.	━━				
II. Elektro-Industr.	a) All. Fabriken	------	━━	━━	━━	━━
	b) Spezial-Fabriken		━━		━━	
III. Installateure				━━	━━	
IV. Elektrohandel	a) Großhandel				━━	
	b) Einzelhandel				━━	
	c) Hand.-Vertreter				━━	
V. Freie Berufe	a) Unternehmer			━━		——
	b) Berat. Ing.					━━

Stricherklärung:
━━ Haupttätigkeit ------ Ausnahmsweise Tätigkeit
—— Nebentätigkeit

die öffentlichen Elektrizitätswerke sich mehr und mehr auf die reine Stromerzeugung und -verteilung beschränken. Einbau und Vertrieb von Geräten wird aber gegenwärtig noch von vielen öffentlichen Werken ausgeübt; ihre Zahl geht indes zurück, nachdem durch die Gründung von Elektrogemeinschaften die Werkverwaltungen Einbau und Verkauf der Geräte den Elektroinstallateuren oder Händlern mehr und mehr überlassen und sich auf die Beratung der Abnehmerschaft sowie auf Aufklärungsarbeit bei den Installateuren beschränken. Weitere Fortschritte in dieser Richtung haben eine entsprechende Schulung vor allem der Installateure, teilweise auch des Handels zur Voraussetzung. Den öffentlichen Elektrizitätswerken wird aber, von der Werbearbeit abgesehen, stets die sehr wichtige Aufgabe verbleiben, alle von der Industrie herausgebrachten Neuheiten im praktischen Betrieb zu erproben und selbst Anregungen für Neukonstruktionen zu geben. b) eigene Anlagen: Die Zahl dieser Anlagen, die den selbst erzeugten Strom nur für eigene Fabrikationsbetriebe verwenden, ist in ständigem Rückgang begriffen. Ihr Anteil an der Gesamterzeugung sank von 1926 bis 1932 von 51,9 auf 42,8 %. Der überwiegende Teil ihrer Elektrizitätserzeugung entfällt bereits seit Jahren auf vier Industriegruppen: Kohlenzechen, elektrometallurgische und elektrochemische Unternehmungen, eisenschaffende Betriebe und Papierfabriken.

Elektroindustrie. Sie wird, von der Herstellung elektrotechnischer Erzeugnisse abgesehen, auch ihren Vertrieb stets beibehalten. Den Einbau der Geräte (Installation) durch die Elektroindustrie einzuschränken, ist das Bestreben des Elektroinstallateurstandes. Es liegt im Sinn der nationalsozialistischen Wirtschaftsentwicklung, daß die in dieser Hinsicht bereits erzielten Erfolge ausgebaut werden, wobei es sich teilweise um die Anbahnung einer Gemeinschaftsarbeit zwischen der Elektroindustrie und dem Elektrohandwerk handeln wird, während die sogenannten All-Fabriken, die alle elektrotechnischen Erzeugnisse von den größten Maschinen bis zum kleinsten Gerät und bis zum Installationsmaterial herstellen, stets in umfangreichem Ausmaß auch die Installationstätigkeit ausgeübt haben, befassen sich die elektrotechnischen Spezialfabriken mit Installationsarbeiten im allgemeinen nicht.

Elektroinstallateure. Der Elektroinstallateurstand will sich auch in Zukunft im wesentlichen auf die Handwerkstätigkeit beschränken, d. h. auf den Einbau von Geräten und Einrichtungen und auf die Vornahme von Wiederherstellungsarbeiten. Gleichzeitig sind aber die meisten Installateure auch Verkäufer elektrotechnischer Erzeugnisse, meist mit offenem Ladengeschäft; der Bezug erfolgt von der Industrie oder vom Elektrogroßhandel.

Elektrohandel. Er beschränkt sich ausschließlich auf den Vertrieb elektrischer Geräte und Einrichtungen. Der Elektrogroßhandel, der seine Waren unmittelbar von der Elektroindustrie bezieht, vertreibt sie außer an den Facheinzelhandel auch an die Elektroinstallateure sowie an andere Einzelhändler, wie z. B. Haushaltsgeschäfte. Zum Elektrohandel zählen auch die Handelsvertreter, deren sich vor allem die elektrotechnischen Spezialfabriken zum Vertrieb ihrer Erzeugnisse bedienen.

Freie Elektroberufe. a) Die „Technischen Büros" sind im wesentlichen Großinstallateure, zumal sie heute stets einen gelernten Elektromeister in leitender Stelle beschäftigen müssen. Es sind selbständige Unternehmen, die neben der Planung und Ausführung großer Haus- und Fabrikinstallationen auch den Ausbau von Leitungsstrecken und teilweise auch ganzer Ortsnetze übernehmen; sie besitzen bisweilen offene Ladengeschäfte zum Vertrieb elektrischer Geräte.

b) Den rein beratenden Ingenieuren ist es in Deutschland bisher nicht gelungen, die von ihnen in anderen Ländern errungene angesehene Stellung und umfangreiche Tätigkeit zu erlangen. Der Grund hierfür liegt im wesentlichen darin, daß gemäß der gekennzeichneten geschichtlichen Entwicklung der deutschen Elektrowirtschaft die elektroindustriellen Großfirmen sich auch bei der Beratung der Abnehmerschaft ausschlaggebenden Einfluß sicherten, indem sie diese kostenlos übernahmen.

III. Betriebs- und Beschäftigungszahlen der Elektrowirtschaft.

1. Die Grundlagen für die Ermittlung der Betriebs- und Beschäftigtenzahlen der deutschen Elektrowirtschaft geben die Betriebszählungsergebnisse vom 16. Juni 1933 (Zahlentafel 5).

Zahlentafel 5. Betriebs- und Beschäftigtenzahlen Mitte 1933.

Wirtschaftsgruppe	Zahl der Betriebe[1])	Zahl der Beschäftigten
Stromerzeugung u. -verteilung . . .	4 405	69 062
Elektroindustrie	2 243	169 075
Elektrohandwerk u. Reparaturgewerbe	25 152	82 441
Zusammen	31 800	320 578

[1]) Örtliche Betriebseinheiten.



Mit diesen Zahlen sind jedoch noch nicht alle der Elektrowirtschaft zugehörenden Gruppen erfaßt, da

a) die mit anderen Versorgungsbetrieben kombinierten Elektrizitätswerke und
b) die einzelnen Gruppen des Elektrohandels

in ihnen nicht enthalten sind. — 1933 ermittelte die Betriebszählung insgesamt 529 weitere Stromversorgungsunternehmungen, die mit dem Braunkohlenbergbau, mit der Wasserversorgung, mit der Gasversorgung oder mit Wasser- und Gasversorgung verbunden waren. Ihre Beschäftigtenzahl betrug 23 768, wovon schätzungsweise 11 000 auf die Elektrizitätsabteilungen entfielen. Rechnen wir außerdem noch die rd. 20 000 Beschäftigten des Groß- und Einzelhandels sowie des Vermittlergewerbes hinzu, so ergibt sich für den angegebenen Stichtag und die gesamte Elektrowirtschaft eine Beschäftigtenzahl von über 351 000.

2. Hinsichtlich der Betriebsgrößen machte die Zählung von 1933 die bemerkenswerte Feststellung, daß nicht nur beim Elektrohandwerk, sondern auch bei der Elektroindustrie und bei der Stromversorgung die Mehrzahl der Unternehmungen auf Betriebe mit 1 bis 5 Beschäftigten entfällt. An der gesamten Beschäftigtenzahl waren dagegen diese Kleinbetriebe nur beim Elektrohandwerk mit einer knappen Mehrheit beteiligt; bei der Elektroindustrie entfielen 44 % auf die Großunternehmungen mit über 1000 Beschäftigten, während bei den Stromversorgungsunternehmungen die mittleren Größenklassen (11 bis 200 Beschäftigte) 57 % aller Beschäftigten dieser Gruppe umfaßten (s. Zahlentafel 6).

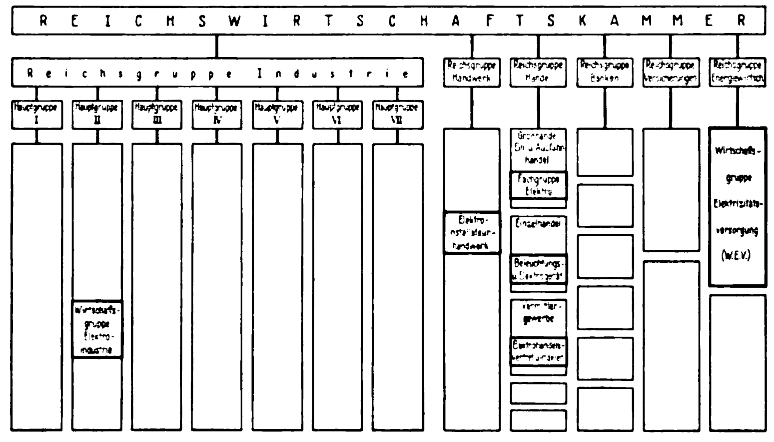
Zahlentafel 6. Die Betriebsgrößenklassen des Elektrogewerbes 1933.

Größenklasse nach der Zahl der Beschäftigten	Zahl der Betriebe[5])			Beschäftigtenzahl in 1000		
	Elektrizitätsversorgung[1])	Elektroindustrie[2])	Elektrohandwerk[3])	Elektrizitätsversorgung[1])	Elektroindustrie[2])	Elektrohandwerk[3])
1 5	2929	1179	22 485	6,0	2,6	43,4
6 10	519	299	1 814	4,0	2,3	13,3
11 50	652	584	736	15,0	13,7	13,6
51 200	247	235	110	24,7	25,2	10,1
201 1000	57	116	7	18,1	51,1	2,1
über 1000	1	30	—	1,0	74,1	—
Insgesamt	4405	2443	25 152	69,1[4])	169,1[4])	82,4[4])

[1]) Ohne Einrechnung der kombinierten Versorgungsunternehmungen.
[2]) Einschließlich der mit Maschinenbau verbundenen elektrotechnischen Unternehmungen.
[3]) Einschließlich der Reparaturwerkstätten.
[4]) Unstimmigkeiten in der Zusammenzählung ergeben sich aus Abrundungen.
[5]) Örtliche Betriebseinheiten.

3. Bei der Elektroindustrie hat sich die Beschäftigtenziffer nach Ermittlungen der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie von 179 000 im Durchschnitt des Jahres 1933 auf 236 000 im Durchschnitt des Jahres 1934 und auf rd. 260 000 im ersten Halbjahr 1935 erhöht[1]). Die Beschäftigtenzahl des Elektrohandwerks einschließlich des Reparaturgewerbes kann für das erste Halbjahr 1935 mit 110 000, die der Elektrizitätswerke einschließlich der Elektrizitätsabteilungen der kombinierten Versorgungsunternehmungen mit 90 000 bis 95 000 angenommen werden, so daß also bei Einrechnung von wiederum nur 20 000 Beschäftigten des Elektrohandels im ersten Halbjahr 1935 mindestens 470 000 bis 480 000 Volksgenossen in der gesamten Elektrowirtschaft beschäftigt gewesen sind.

[1]) Nach Angaben der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.



Tafel 7. Einordnung der Elektrogewerbe in die Gesamtorganisation der gewerblichen Wirtschaft.

IV. Einordnung der Elektrowirtschaft in die Gesamtorganisation der gewerblichen Wirtschaft.

Aus Tafel 7 ist diese klar zu erkennen, so daß folgende kurze Bemerkungen genügen werden.

1. Die öffentlichen Elektrizitätsunternehmungen sind in der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung (WEV) zusammengefaßt, einer Selbstverwaltungskörperschaft, die gemeinsam mit der Wirtschaftsgruppe Gas- und Wasserversorgung die Reichsgruppe Energiewirtschaft bildet. Neben der WEV besteht, räumlich und personell mit ihr vereinigt, der Reichsverband der Elektrizitäts-Versorgung (REV), dem besondere Aufgaben zugeteilt sind; hierzu gehört vor allem die Aufrechterhaltung der Beziehungen zu Werken und gleichartigen Verbänden des Auslands, die der WEV nicht angehören können.

2. Die elektrotechnischen Büros gehören in ihrer Eigenschaft als Großinstallateure zum Reichsinnungsverband des Elektroinstallateur-Handwerks; soweit sie auch elektrotechnische Erzeugnisse verkaufen, sind sie auch in der Reichsgruppe Handel vertreten. Die rein beratenden Elektroingenieure stehen als Sachverständige außerhalb der gewerblichen Wirtschaft; ihre Stellung in der Rechtsfront ist gegenwärtig noch nicht geklärt.

Neben der fachlichen Unterteilung läuft, soweit ein wirtschaftliches Bedürfnis vorliegt, eine gebietsmäßige Unterteilung in Bezirksgruppen; von ihr haben die WEV und der Reichsinnungsverband des Elektroinstallateur-Handwerks Gebrauch gemacht. Diese Gebiete decken sich zur Zeit mit den Bezirken der Treuhänder der Arbeit.

V. Elektrowirtschaftliche Gemeinschaftsorganisationen.

1. Die Arbeitsgemeinschaft zur Förderung der Elektrowirtschaft (A.F.E.) hat die Aufgabe, gemeinsame Fragen der Arbeitsbeschaffung und Absatzförderung für die gesamte Elektrowirtschaft zu bearbeiten, entsprechende Verhandlungen mit allen zuständigen Zentralstellen zu führen und die Werbe- u. Schulungsarbeit der Elektrogemeinschaften zu fördern. An der Zusammensetzung ihrer Organe sind daher die Elektroindustrie, die Stromversorgung, das Elektrohandwerk und der Elektrohandel beteiligt. Im einzelnen sind in ihr folgende Verbände vertreten:

Name der Gruppe oder des Verbandes	Zuständige Reichsgruppe
Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung	Reichsgruppe Energiewirtschaft
Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie	Reichsgruppe Industrie
Reichsinnungsverband des Elektro-Installateur-Handwerks e. V.	Reichsstand des Deutschen Handwerks
Deutsche Gesellschaft für Elektro-Schweißung	—
Fachgruppe Elektro der Wirtschaftsgruppe Groß-, Ein- und Ausfuhrhandel	Reichsgruppe Handel
Fachgruppe 30, Beleuchtung u. Elektrogerät, sanitäre u. Kühlanlagen der Wirtschaftsgruppe Einzelhandel	Reichsgruppe Handel
Fachgruppe Handelsvertreter und Handelsmakler in der Wirtschaftsgruppe Vermittlergewerbe; Fachuntergruppe Elektrotechnik	Reichsgruppe Handel

2. Die Zahl der über das ganze Reichsgebiet verteilten Elektrogemeinschaften belief sich Mitte November 1935 auf 616. In ihnen sind die Stromversorgung, das Elektrohandwerk und der Elektrohandel, teilweise auch andere Teile des Einzelhandels sowie verschiedentlich auch die Elektroindustrie vertreten. Zu den Aufgaben der Elektrogemeinschaften gehört es, wie in den vom Reichswirtschaftsminister am 18. 8. 1933 bestätigten Richtlinien festgelegt wird, darauf hinzuwirken, „daß die Installateure



und der Fachhandel mehr und mehr instand gesetzt werden, die Versorgung der Bevölkerung mit (elektrischen) Geräten und Einrichtungen zu übernehmen". Von ihnen wird im übrigen die gemeinschaftliche elektrowirtschaftliche Werbung in den örtlichen Wirkungsbereichen durchgeführt, wobei die zentralen Anregungen der AFE als Richtschnur dienen.

Zusammenfassung.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß heute im Gegensatz zum Beginn der elektrizitätswirtschaftlichen Entwicklung die elektrowirtschaftlichen Gruppen je nach der Tätigkeit, die sie ausüben, durchaus selbständige Gliederungen darstellen und daß auch die kapitalmäßigen Verflechtungen zwischen den Hauptgruppen, die für die Gestaltung der ersten Jahrzehnte maßgebend waren, fast völlig verschwunden sind. Obwohl nun aber, entsprechend dieser Entwicklung, Elektroindustrie, Elektrizitätsversorgung, Elektrohandwerk und Elektrohandel selbständige Wirtschafts- oder Fachgruppen bilden und jeweils ganz verschiedenen Reichsgruppen angehören, sind sie dennoch in ihrer Arbeit aufs engste aufeinander angewiesen. Für die gegenwärtige Art der Zusammenarbeit sind nicht mehr kapitalmäßige Verschachtelungen und Übergriffe auf andere Tätigkeitsgebiete kennzeichnend, sondern die Bildung von Gemeinschaftsorganisationen, deren Bedeutung im weiteren Entwicklungsverlauf zweifellos noch wachsen wird.

Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft Polens[1]).

Von Dr. **Curt Poralla**, Berlin.

621. 311. 1 (438)

Übersicht. Im nachstehenden Aufsatz wird in großen Zügen die Entwicklung der polnischen Energiewirtschaft in den Jahren 1933 und 1934 geschildert. Unter dem Einfluß der nur langsam fortschreitenden Besserung der allgemeinen Wirtschaftslage konnte die Stromerzeugung den Höchststand des Jahres 1929 noch nicht wieder erreichen. Die Fortschritte auf dem Gebiete der polischen Elektrizitätswirtschaft sind — im ganzen gesehen — gering. Teils wirkt sich hierbei die verschärfte Deflationspolitik aus, teils der große Kapitalmangel, der die Elektrisierungsarbeiten erheblich behindert.

Die Erzeugung von elektrischem Strom in Polen verzeichnet seit dem Herbst 1932 wieder einen allmählichen Aufstieg. Auch das Jahr 1934 stand im wesentlichen im Zeichen dieser Entwicklung. Ein kleiner Rückschlag trat erst im Dezember ein. Insgesamt betrug die Erzeugung der polnischen Elektrizitätswerke im verflossenen Jahre 2650 Mill kWh, was gegenüber dem Vorjahr eine Steigerung von 10,4 % ausmacht. Damit hat die polnische Elektrizitätswirtschaft allerdings erst die Hälfte des Produktionsrückganges seit 1929 aufgeholt, in welchem Jahr 3023 Mill kWh erzeugt wurden. Der niedrigste Stand der Stromerzeugung wurde im Krisenjahr 1932 mit 2242 Mill kWh erreicht. Verglichen mit anderen Ländern ist die Erzeugung in Polen langsamer gestiegen. In Deutschland beispielsweise war im vorigen Jahr der Stand von 1929 fast erreicht, in England und Frankreich bereits überschritten. Polen dagegen blieb hinter der Ziffer von 1929 noch um 373 Mill kWh, d. h. um 12,3 % zurück.

Nach dem jüngst veröffentlichten Geschäftsbericht der Holdinggesellschaft „Sofina" entwickelte sich die Erzeugung elektrischen Stroms in den wichtigsten europäischen Ländern gemäß Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1. Stromerzeugung in den europäischen Ländern (Erzeugungsindex 1929 = 100).

	1930	1931	1932	1933	1934
Deutschland	94,4	84,2	76,6	84,3	99,5
Frankreich	106,8	99,2	94,8	103,5	110,2
England	99,8	101,7	106,5	115,6	129,8
Belgien	100,2	109,5	100,2	106,4	107,8
Spanien	107,2	110,1	115,2	119,0	124,7
Holland	113,2	123,3	127,1	129,9	134,5
Schweiz	98,2	95,3	90,4	93,1	100,9
Italien	101,8	100,0	98,7	108,8	118,9
Polen	95,6	85,4	74,2	79,4	87,7

Aus dieser Entwicklung zieht der „Verband der polnischen Elektrizitätswerke" in Warschau den Schluß, daß im Wettlauf der Länder um die Überwindung der Krisenauswirkungen lediglich Polen zurückgeblieben ist und, anstatt den früheren Rückstand wenigstens teilweise aufzuholen, seine Versäumnisse auf dem Gebiete der Energiewirtschaft noch vergrößert hat. Diese Tatsache nimmt der erwähnte Verband gleichzeitig zum Anlaß, die Aufmerksamkeit der verantwortlichen Leiter der staatlichen Elektrisierungspolitik auf diese unerfreuliche Entwicklung zu lenken. Zur Illustrierung der Verhältnisse werden noch folgende bemerkenswerte Einzelheiten angeführt:

Die im Verband der polnischen Elektrizitätswerke organisierten Betriebe der Elektrizitätswirtschaft wiesen 1934 gegenüber dem Jahre 1929 eine Verringerung des Stromabsatzes um 21,6 % und einen Rückgang der Einnahmen um 27 % auf. Am stärksten gelitten haben die „Oberschlesischen Elektrizitätswerke" (Śląskie Zakłady Elektryczne) in Chorzow, deren Umsatz im Zeitraum von 1929 bis 1934 von 459 Mill auf 199 Mill kWh, d. h. um 56,6 %, und deren Einnahmen von 14,35 Mill auf 6,43 Mill RM, d. h. um 55,2 % gesunken sind. Der Verband hat die Verhältnisse in weiteren 41 größeren öffentlichen Elektrizitätswerken untersucht. Er ist dabei zu dem Ergebnis gekommen, daß die im Besitz der Kommunen befindlichen Kraftwerke ihre Maschinenleistung seit dem Jahre 1929 um 19,4 % vergrößert, aber trotz der Steigerung der Erzeugung um 12,5 % einen Mindererertrag von 11,2 % erzielt haben. Der Strompreis ging seit 1929 von 11,9 Rpf auf 9,4 Rpf zurück. Im Vergleich zu 1933 wiesen diese Kraftwerke bei unveränderter Maschinenleistung eine Mehrerzeugung von 6,1 % und einen Mindererertrag von 1,4 % auf.

Bei den in Privatbesitz befindlichen Kraftwerken, die an der Elektrizitätsversorgung des Landes durch Abgabe von Strom an das öffentliche Netz teilnehmen, erhöhte sich die Maschinenleistung seit 1929 um 14,8 %, der Stromabsatz dagegen ging um 29,8 % und die Einnahmen um 31,8 % zurück. Der erzielte Durchschnittspreis für 1 kWh fiel seit 1929 von 6,1 auf 5,9 Rpf. Im Vergleich zum Jahre 1933 stieg der Stromumsatz bei unveränderter Maschinenleistung um 4,9 %, erbrachte aber um 1,5 % mindere Einnahmen. Die Ausnutzung der installierten Leistung in allen untersuchten Kraftwerken fiel von 2743 h im Jahre 1929 auf 1843 h im Jahre 1934.

Nach der amtlichen polnischen Statistik, die lediglich Elektrizitätswerke über 1000 kW Leistung berücksichtigt, waren im Jahre 1934 in ganz Polen 181 Kraftwerke mit 1,36 Mill kW vorhanden. Diese Werke haben im verflossenen Jahre 2399,3 Mill kWh erzeugt. Die Verteilung der Erzeugung ergibt sich aus Zahlentafel 2.

Zahlentafel 2. Öffentliche und private Kraftwerke.

Elektrizitätswerke über 1000 kW	1934		
	Zahl	Leistung	Eigenerzeugung in 1000 kWh
I. Öffentliche Kraftwerke:			
a) Überlandzentralen	22	350 594	633 884
b) Lokale Elektrizitätswerke	28	242 530	370 585
	50	593 124	1 004 469
II. Industriekraftwerke:			
a) Kohlenbergwerke	41	385 796	788 086
b) Hüttenwerke	14	97 585	184 794
c) Wollwarenfabriken	15	40 374	83 058
d) Chemische Fabriken	14	112 273	173 363
e) Zuckerfabriken	19	45 168	24 298
f) Papierfabriken	6	28 929	126 364
g) Zementfabriken	8	33 411	33 800
h) sonstige Fabriken	14	25 918	31 043
	131	769 454	1 394 806
I und II zusammen	181	1 359 578	2 399 345

[1]) Vgl. ETZ 55 (1934) S. 393.

Danach haben 50 öffentliche Elektrizitätswerke mit 0,59 Mill kW Leistung 1934 rd. 1 Mrd kWh erzeugt und 131 Industriekraftwerke mit 0,77 Mill kW Leistung 1,39 Mrd kWh.

Der gegenwärtige Stand der Elektrisierung der einzelnen polnischen Provinzen (Woiwodschaften) geht aus Zahlentafel 3 hervor.

Zahlentafel 3. Stand der Elektrisierung (Provinzen).

Woiwodschaften	1934 in % der Maschinenleistung	1934 in % der Jahresproduktion
Schlesien	39,0	41,3
Kielce	14,7	10,6
Krakau	9,7	9,8
Lodz	9,1	9,8
Posen	7,3	4,1
Warschau (Stadt)	5,0	5,5
Warschau	4,5	3,7
Lemberg	3,7	3,4
Pommerellen	2,4	2,0
Bialystok	1,1	0,9
Lublin	1,1	0,6

Die obigen Ziffern zeigen den Grad der Elektrisierung der einzelnen Landesteile. Die Woiwodschaft Schlesien steht unter diesen weit an vorderster Stelle. Besonders auffallend tritt der Gegensatz zu den ostpolnischen Provinzen in Erscheinung.

Zu den größten öffentlichen Kraftwerken, die sich im Besitz privater Elektrizitätsgesellschaften befinden, zählen:

1. die „Oberschlesischen Elektrizitätswerke" in Chorzow mit einer Maschinenleistung von 76 000 kW; die Gesellschaft ist in Händen deutschen Kapitals;
2. der Elektrizitätskonzern „Siła i Światło" („Kraft und Licht"), zu welchem die Überlandzentralen des Dombrowaer und Krakauer Industriebeckens, das Elektrizitätswerk in Bielitz-Biala, die Gesellschaft „Sieci Elektryczne" und die Bergwerksgesellschaft „Silesia" gehören. Die Kraftwerke dieses Konzerns verfügen über eine Maschinenleistung von insgesamt 65 900 kW;
3. das Elektrizitätswerk in Warschau mit einer Leistung von 57 900 kW, im Besitz französischen Kapitals; die Gesellschaft befindet sich unter Zwangsverwaltung;
4. die Warschauer Überlandzentrale in Pruszkow mit einer Leistung von 31 500 kW, deren Aktienmehrheit sich in englischen Händen befindet;
5. der belgische Elektrizitätskonzern „Electropol" mit den Kraftwerken in Bialystok, Czenstochau, Kielce, Petrikau und Radom; die Maschinenleistung dieser Werke beträgt zusammen 28 324 kW;
6. die „Vorkarpathen-Elektrizitätsgesellschaft" mit 11 200 kW Maschinenleistung — im Besitz französischen Kapitals.

Im Vergleich zum Jahre 1933 traten hinsichtlich des Stromabsatzes und der Einnahmen der vorerwähnten Gesellschaften die in Zahlentafel 4 angegebenen Änderungen ein.

Zahlentafel 4. Änderungen im Stromabsatz und bei den Einnahmen der 6 größten öffentlichen Werke.

	Erzeugung 1934 Zunahme (+) bzw. Rückgang (—) gegen 1933 %	Einnahmen 1934 Zunahme (+) bzw. Rückgang (—) gegen 1933 %
Oberschlesische Elektrizitätswerke	— 4,6	— 9,0
Konzern „Sila i Swiatlo"	+ 13,3	+ 4,4
Warschauer Elektrizitätswerk	+ 0,9	— 3,7
Warschauer Überlandzentrale	+ 11,5	+ 5,9
Belgischer Konzern „Electropol"	+ 15,1	+ 8,4
Vorkarpathen-Elektrizitätsgesellschaft	+ 4,7	— 3,6

Am ungünstigsten abgeschnitten haben gegenüber 1933 die „Oberschlesischen Elektrizitätswerke"; sie erzielten auch den niedrigsten Durchschnittspreis für 1 kWh (3,2 Rpf). Der höchste Preis wurde vom Warschauer Elektrizitätswerk (12 Rpf) erreicht.

Zu den leistungsfähigsten Elektrizitätswerken im Kommunalbesitz gehören die in Zahlentafel 5 angegebenen Werke.

Zahlentafel 5. Elektrizitätswerke im Kommunalbesitz.

	Maschinenleistung kW	Erzeugung 1934 Zunahme bzw. Rückgang gegenüber 1933 %	Einnahmen 1934 Zunahme bzw. Rückgang gegenüber 1933 %
1. Elektrizitätswerk Posen	30 000	+ 6,9	— 7,2
2. Gruppe der pommerellischen Elektrizitätswerke (Bromberg, Graudenz und Grodek)	27 860	+ 4,8	+ 1,0
3. Elektrizitätswerk Lemberg	25 900	+ 2,4	— 8,9
4. „ Krakau	15 700	+ 8,6	+ 15,8
5. „ Wilna	5 400	+ 7,2	— 3,7

Danach haben in der Gruppe der kommunalen Elektrizitätswerke lediglich die pommerellischen Kraftwerke und das Krakauer Elektrizitätswerk eine Produktions- und Einnahmeerhöhung aufzuweisen, während die übrigen trotz Vergrößerung des Stromumsatzes einen geringeren Geschäftserfolg verbuchten. Den niedrigsten Durchschnittspreis erzielte das Elektrizitätswerk in Graudenz (5,38 Rpf), den höchsten das Werk in Wilna (16,03 Rpf). — Was die kleinen öffentlichen Elektrizitätswerke anlangt, so ist bei diesen durchweg sowohl eine Verringerung des Absatzes wie auch der Einnahmen eingetreten.

Der verbreiteten Auffassung, daß die Strompreise in Polen noch zu hoch seien, treten die Elektrizitätswerke entschieden entgegen; sie bringen dabei zum Ausdruck, daß die Strompreise mit Rücksicht auf den geringen Stromverbrauch in Polen und infolge Fehlens eines gut ausgebauten Hochspannungsnetzes, welches der Elektrizitätswirtschaft erhebliche Einsparungen erbringen könnte, nicht weiter herabgesetzt werden könnten. Ende 1934 mußten die Elektrizitätswerke ihre Tarife erneut im Zusammenhang mit der Kohlenpreissenkung herabsetzen, so daß die Befürchtung geäußert wird, viele Elektrizitätsgesellschaften würden nicht mehr in der Lage sein, die Betriebsführung auf rentabler Grundlage zu erhalten. In der Gruppe der privaten Elektrizitätswerke mit öffentlicher Nutzung ergaben die angestellten Berechnungen zum Schluß des Geschäftsjahres 1934 einen Durchschnittspreis von kaum 6,44 Rpf und in der Gruppe der kommunalen Kraftwerke einen solchen von 5,21 Rpf gegenüber 9,54 Rpf bzw. 6,38 Rpf im Jahre 1928.

Bei diesem niedrigen Stand der Strompreise glaubt man in polnischen Fachkreisen das Interesse in- und ausländischen Kapitals für Neuinvestitionen in der polnischen Energiewirtschaft nicht wecken zu können. Abgesehen davon fehlen zu dem bekannten Gesetz über die Förderung der Elektrisierung vom 27. 10. 1933, an das man weitgehende Hoffnungen in bezug auf die Möglichkeit der Heranziehung von Auslandskapital geknüpft hatte, noch immer die Ausführungsbestimmungen, so daß wichtige Fragen offenstehen, die die Durchführung einer ganzen Reihe von Elektrisierungsprojekten hemmen. So sind beispielsweise von den 31 im großen Elektrisierungsplan projektierten Wasserkraftwerken erst für drei Werke die mit dem Bau der Staubecken verbundenen Vorarbeiten im Gange. Es handelt sich um ein Kraftwerk in Porabka am Flusse Sola und zwei Werke an Dunajec. Das größere der beiden am Dunajec geplanten Wasserkraftwerke wird in Rożnów, etwa 25 km nördlich von Neu Sandec (Nowy Sącz) erstehen, das zweite nur wenige Kilometer entfernt als Hilfskraftwerk am gleichen Fluß. Das erstgenannte Kraftwerk wird mit vier Turbinen ausgestattet und eine Arbeitsleistung von 146 Mill kWh erreichen; das andere Kraftwerk wird für eine Maximalerzeugung von 48 Mill kWh eingerichtet. Angesichts der erheblichen Aufwendungen für den Bau der Staubecken und der sonstigen Anlagen hat die polnische Regierung im Mai 1935 die Baupläne durch zwei Schweizer Sachverständige begutachten lassen. Angebote einiger größerer polnischer Firmen, die sich für die Bauausführung interessieren und angeblich bedeutendere In- und Auslandskapitalien hinter sich haben, sind noch Gegenstand der Prüfung durch eine Sonderkommission der Wasserbauabteilung beim polnischen Verkehrsministerium. An die Durchführung der übrigen Projekte an den Flüssen Skawica, Skawa, Bialka, San, Stryj, Prut und Dniestr — um nur einige zu nennen — kann solange nicht gedacht werden, bis die finanziellen Voraussetzungen hierzu geschaffen sind. — Auch die sonstigen Elektrisierungspro-



jekte kommen wegen Kapitalmangels nur schrittweise vorwärts. Das im Jahre 1934 Erreichte ist — im ganzen gesehen — also erheblich hinter den Erwartungen zurückgeblieben, so daß das verflossene Jahr nach Auffassung der interessierten polnischen Kreise für die Elektrizitätswirtschaft des Landes als verloren anzusehen ist.

Zusammenfassung.

Die obigen Ausführungen lassen erkennen, daß die Elektrisierung Polens anderen mittel- und westeuropäischen Ländern gegenüber im Rückstand ist. Dabei tritt eine starke Unterschiedlichkeit des Grades der Elektrisierung in den einzelnen polnischen Gebietsteilen in Erscheinung. Die nur geringen Fortschritte des letzten Jahres werden im wesentlichen zurückgeführt: auf die niedrigen Strompreise, das Fehlen der seit langem erwarteten Ausführungsbestimmungen zum Gesetz über die Förderung der polnischen Elektrizitätswirtschaft sowie auf die sich daraus ergebende Zurückhaltung ausländischen Kapitals, auf dessen Mitwirkung zur Hebung der polnischen Elektrizitätswirtschaft nicht verzichtet werden kann.

WIRTSCHAFTSSTATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Vereinigte Staaten von Amerika — Elektroaußenhandel 1934. — In den folgenden Zahlentafeln sind die Hauptwerte des amerikanischen Elektroaußenhandels nach Fachgruppen und Ländern enthalten. Kennzeichnend für die amerikanische Elektroausfuhr ist die Tatsache, daß fachlich (Zahlentafel 1) schon zwei Gruppen (drahtloses Gerät und Kühlschränke) genügten, um über 50 % dieses Außenhandels auszufüllen. Unter Hinzuziehung von drei weiteren Gruppen (Maschinen, Akkumulatoren und künstliche Kohlen) konnten fast 70 % erreicht werden. Bemerkenswert hierbei ist das starke Vordringen von drahtlosem Gerät und Kühlschränken, die vor fünf Jahren noch kaum die Hälfte ihres heutigen Anteils am Elektroexport ausmachten. Was die regionale Orientierung anbetrifft (Zahlentafel 2), so bleibt Kontinental-Amerika Hauptabsatzgebiet der V. S. Amerika, obwohl sein Anteil von fast 60 % in den Jahren 1929/30 auf 40 % gesunken ist zugunsten des europäisch-afrikanischen Sektors, der von 27 % auf 43 % gestiegen ist.

Die V. S. Amerika als Kunde des Weltelektroaußenhandels erreichen noch nicht 1 % (4,6 Mill RM, von denen fast die Hälfte Glühlampen sind). Gründe hierfür sind eine hoch entwickelte eigene Industrie, ein im Vergleich zu dieser hoher Schutzzoll und die sich darauf stützende Preisbildung.

Zahlentafel 1. U. S. A. Elektro-Ausfuhr 1934 nach Warengruppen.

Gegenstand	1933 1000 RM	1934 1000 RM	Ant. a. d. Ges.-El.-Einfuhr 1933 %	1934 %
Generatoren und Teile davon	4 838	2 692	2,9	1,5
Transformatoren, Gleichrichter usw.	2 286	2 421	1,4	1,3
Motoren	4 025	4 371	2,4	2,3
Ventilatoren	578	843	0,4	0,5
Beleuchtungs-Aggregate	466	524	0,3	0,3
Zubehör u. Teile f. d. Motoren	2 297	2 505	1,4	1,3
	14 490	13 356	8,8	7,2
Akkumulatoren und Elemente	10 260	10 017	6,2	5,3
Kabel u. isol. Drähte f. d. Elektrotechnik	3 735	4 180	2,3	2,2
Schalt- u. Sicherheitsapp., Install.-Mat.	4 804	4 541	2,9	2,5
Blitzschutzvorrichtungen usw.	1 053	867	0,6	0,5
Anlaß- u. Kontrollvorr. f. Motoren	1 696	2 144	1,0	1,2
Meß-, Zähl-, Registrier- u. Prüfvorr.	3 387	3 733	2,1	2,0
Telegraphie und Telephonie				
mit Draht	3 274	3 678	1,9	1,9
ohne Draht	54 828	62 466	33,2	33,6
Glühlampen	2 128	2 443	1,3	1,3
Koch- u. Heizapp. f. d. Hausgebrauch	1 657	1 899	1,0	1,0
Staubsauger, Waschmaschinen und and. Haushaltgerät m. motor. Antrieb	2 034	2 134	1,2	1,1
Kühlschränke und Teile davon	26 047	34 103	15,8	18,3
Schweißvorrichtungen, Industrieöfen	1 121	1 826	0,7	1,0
Elektrowerkzeuge	1 359	1 780	0,8	1,0
Anlaß-, Beleuchtungs- u. Zündvorricht. f. Automobile	7 257	7 134	4,4	3,9
Kohle f. d. Elektrotechnik	6 456	8 096	3,9	4,4
Elektroporzellan u. -glas u. a. Isolier-Mat.	1 664	1 970	1,0	1,1
Isolierrohr u. Verlegungs-Material	2 256	2 479	1,4	1,3
Elektromedizin	2 234	2 576	1,7	1,4
Sonstige[1])	13 297	14 479	8,1	7,8
Insgesamt	165 037	185 961	100	100

[1]) darunter: El. Fahrzeuge, Taschenlampenhülsen, Scheinwerfer f. Flugplätze, Flutlicht, Glocken, Klingeln, Alarmvorrichtg., Beleuchtungskörper, Widerstandsdraht, Elektr. Uhren.

Zahlentafel 2. U. S. A. Elektro-Ausfuhr nach Ländern

Absatzgebiete	1933 1000 RM	1934 1000 RM	Ant. a. d. Ges.-El.-Ausfuhr 1933 %	1934 %
Europa	55 812	60 254	33,8	32,3
Afrika	13 072	19 173	8,0	10,3
Asien	22 447	23 561	13.6	12,7
Nord- u. Mittelamerika	35 634	42 300	21,6	22,8
Südamerika	31 759	31 773	19,2	17,1
Australien	6 313	8 900	3.8	4.8
Insgesamt	165 037	185 961	100	100
Wichtigste Absatzgebiete in den einzelnen Erdteilen[1])				
in Europa:				
Großbritannien	10 143	13 746	6,2	7,4
Frankreich	12 069	12 415	7,3	6,7
Spanien	8 852	8 383	5,4	4,5
UdSSR.	1 901	4 229	1,2	2,3
Belgien-Luxemburg	5 411	4 167	3,3	2,2
Italien	4 311	3 121	2,6	1,7
Niederlande	2 729	2 650	1,7	1,4
Schweden	1 364	2 311	0.8	1,2
Schweiz	2 550	1 821	1.5	1,0
Deutschland	1 813	1 408	1,1	0,8
Sonstige Länder	4 669	6 003	2,7	3,1
zus. Europa	55 812	60 254	33,8	32,3
in Nord- u. Mittelamerika:				
Canada	17 679	21 355	10,7	11,6
Mexiko	8 491	9 354	5,2	5,0
Cuba	1 857	3 541	1,1	1,9
Panama	2 535	2 520	1,5	1,4
Sonstige Länder	5 072	5 530	3,1	2,9
zus. Nord- u. Mittelamerika	35 634	42 300	21,6	22,8
in Südamerika:				
Argentinien	14 502	9 634	8,8	5,2
Brasilien	7 229	8 708	4,4	4,7
Columbien	3 261	4 100	2,0	2,2
Chile	1 207	2 969	0,7	1,6
Venezuela	2 809	2 853	1,7	1,5
Sonstige Länder	2 751	3 509	1,6	1,9
zus. Südamerika	31 759	31 773	19,2	17,1
in Afrika, Asien u. Australien:				
Brit.-Südafrika	9 466	13 901	5,7	7,5
Brit.-Indien	5 250	5 199	3,2	2,8
China	3 926	4 338	2,4	2,3
Philippinen	4 137	3 688	2,5	2,0
Japan einschl. Kolonien	3 397	3 100	2,1	1,7
Niederländ.-Indien	2 184	2 032	1,3	1,1
Brit.-Malaya	925	1 622	0,6	0,9
Austral. Bund	4 349	6 058	2,6	3,3
Neuseeland	1 892	2 754	1,2	1,5
Sonstige Länder	6 306	8 942	3,8	4,7
zus. Afrika, Asien u. Australien	41 832	51 634	25,4	27,8

[1]) Geordnet nach der Größe der Ausfuhr 1934.

Aus der Geschäftswelt. — In das Handelsregister wurde eingetragen: Krapf & Trinklein, Weiden i. d. Opf.: Betrieb von Elektrizitätserzeugungsanlagen und aller damit zusammenhängenden Geschäftszweige, insbesondere auch der Groß- und Kleinhandel mit allen für den Betrieb derartiger Anlagen verwendbaren Waren.



VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus. Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631. Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Drähte und Kabel.

In § 8 von VDE 01250/1934 „Umstell-Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen U.V.I.L.", die in der ETZ 55 (1934) S. 1185 und 1261 veröffentlicht und durch den Vorsitzenden des VDE im Dezember 1934 genehmigt wurden, ist für „NRU (34) umhüllte Rohrdrähte (kabelähnliche Leitungen)" und in § 9 für „NBU (34) mit Faserstoffbeflechtung" und „NBEU (34) mit Eisenbandbewehrung und Faserstoffbeflechtung" die Nennspannung mit 300 V festgesetzt.

Dieser Wert gilt auch für die entsprechenden Leitungen nach §§ 8 und 9 von VDE 0250/1931 „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L.".

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Neu erschienene DIN VDE-Normblätter.

Starkstrom-Schaltanlagen.

DIN VDE 705 Kennfarben für blanke Leitungen (2. Ausgabe, Oktober 1935).

Stromquellen.

DIN VDE 1201 Taschenlampenbatterien, dreizellig, 4,5 V (2. Ausg., Juli 1935).

Elektrische Bahnen.

DIN VDE 3148 Keil-Endklemmen (November 1935).

Isolatoren für Starkstromanlagen.

DIN VDE 8001 Schäkelisolator mit Bügel, Nennspannungen bis 0,5 kV für Starkstrom-Freileitungen (3. Ausg., Dezember 1935).

DIN VDE 8010 Stützenisolator N 60, Nennspannungen bis 250 V, für Installationen in gedeckten Räumen und im Freien (2. Ausg., November 1935).

DIN VDE 8011 Stützenisolatoren N 80 und N 95, Nennspannungen bis 0,5 kV, für Starkstrom-Freileitungen (2. Ausg., November 1935).

Alle Anfragen bezüglich Lieferung und Versand der Normblätter sind an die Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin SW 19, Dresdener Str. 97, zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann.

Gau-Veranstaltungen.

VDE, Gau Braunschweig. 19. 12. (Do), 20 h 15 m, T. H. „Die Elektrofahrzeuge" (m. Film). Dipl.-Ing. W. Rödiger.

VDE, Gau Pommern, Stettin. 20. 12. (Fr), 20 h 15 m, Konzerthaus: „Die Fotozelle". Dr. Kluge.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, VDE-Haus, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen auf Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Ordentliche Sitzung

am 26. November 1935 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Prof. Kloß.

Der Vorsitzende eröffnet im Auftrage des Herrn Prof. Matthias, der am Erscheinen verhindert ist, die Sitzung und heißt alle Erschienenen, insbesondere die zahlreichen Gäste, herzlich willkommen. Da Einwendungen gegen den Bericht über die ordentliche Sitzung am 29. Oktober 1935 nicht erhoben wurden, ist dieser somit angenommen. Auf die ausgelegte Liste über 14 Neuanmeldungen wird hingewiesen. Über die erfolgreiche Tätigkeit der Arbeitsgemeinschaften der VDE-Jungingenieure wird berichtet.

Der Vorsitzende erteilt Herrn Dipl.-Ing. Trachmann das Wort zu seinem Vortrag „Leistungsmessung aus Drehmoment und Drehzahl, eine vergleichende Untersuchung".

(Vortrag folgt.)

Der Vorsitzende dankt dem Vortragenden für seine Ausführungen und eröffnet die Aussprache.

(Aussprache folgt.)

Mit dem Danke für die Ausführungen der an der Aussprache Beteiligten schließt der Vorsitzende die Sitzung.

Elektrotechnischer Verein e. V
Der Geschäftsführer:
Burghoff.

Neuanmeldungen
zum Elektrotechnischen Verein e. V., Bln.-Charlottenburg, Bismarckstr. 33.

Degen, Kurt, Elektroing., Bln.-Charlottenburg
Fabry, von, Josef, Dipl.-Ing., Budapest
Faltin, Max, Elektroing., Berlin
Frühauf, Gerhard, Dr.-Ing., Bln.-Oberschöneweide
Krauß, Hellmut, Dipl.-Ing., Bln.-Grunewald
Kugel, Erwin, cand. ing., Bln.-Frohnau
Mierdel, Georg, Dr., Bln.-Siemensstadt
Oberländer, Hermann, Elektroing., Bln.-Tempelhof
Oelkers, Carl, Dipl.-Ing., Bln.-Wilmersdorf
Sussebach, Walter, Dipl.-Ing., Bln.-Reinickendorf
Schaudinn, Gerhard, Büroleiter, Bln.-Schöneberg
Scheier, Heinrich, Kaufmann, Berlin
Schwartz, Karl, Dipl.-Ing., Bln.-Steglitz
Ziegeler, Heinrich, Obering., Nowawes

IEC

Bericht über die 8. Volltagung der Internationalen Elektrotechnischen Kommission.

Die in der ETZ 56 (1935) in Heft 40, S. 1111, Heft 42, S. 1160, Heft 45, S. 1241, Heft 47, S. 1290, Heft 49, S. 1344 und S. 1398 dieses Heftes erschienenen Berichte über die Sitzungen der IEC-Ausschüsse in Prag und Scheveningen können als Sonderdruck zum Preise von 1,85 RM bezogen werden.

Bestellungen nimmt entgegen: Deutsches Komitee der IEC, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.

Deutsches Komitee der IEC.
Der Schriftführer:
Blendermann.



8. Volltagung der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) in Scheveningen und Brüssel sowie Sitzungen einzelner Ausschüsse in Prag.

(Schluß von S. 1347.)

Ausschuß 17: Hochspannungsschaltgeräte.

A. Sitzung in Prag: 10. bis 13. Oktober 1934.

Vorsitz: List (Tschechoslowakei).
Schriftführung: Norberg (Schweden).

Als Grundlage für die Beratungen diente ein schwedischer und englischer Entwurf internationaler Regeln für die Prüfung von Hochspannungsschaltgeräten. Es gelang, die Begriffserklärung einer Anzahl elektrischer Kenngrößen für Hochspannungsschaltgeräte festzulegen. Dagegen ergaben sich bei der Begriffserklärung des Abschaltvermögens Schwierigkeiten, die auf die verschieden gearteten Gepflogenheiten in den angelsächsischen Ländern und dem europäischen Festland zurückzuführen sind. Um bei der Fülle des zu behandelnden Stoffes die Arbeiten schneller vorwärts zu bringen, wurde die weitere Bearbeitung des IEC-Entwurfes einem Sachverständigenausschuß übertragen.

B. Sitzung in Brüssel: 24. bis 27. Juni 1935.

Vorsitz: Norberg (Schweden).
Schriftführung: Stanley (England).

Der im Oktober 1934 eingesetzte Unterausschuß tagte im Februar d. J. in Zürich und im April d. J. in Berlin. Dieser Ausschuß hatte die Aufgabe, eine physikalisch einwandfreie Begriffserklärung für die Abschaltleistung aufzustellen. In Zürich wurde der bereits in Prag vorgelegte englische Entwurf überarbeitet. Dabei wurde eine Einigung erzielt, die wiederkehrende Spannung als eine der Hauptkenngrößen für die Bestimmung des Abschaltvermögens festzulegen. Bei der Fortsetzung der Verhandlungen in Berlin ließ sich eine Einigung zwischen der angelsächsischen und der kontinentalen Auffassung bezüglich der Kenngröße des Stromes nicht erzielen, so daß auf deutschen Vorschlag ein neuer Entwurf mit einer Zweiteilung der Bestimmungen nach den bisher üblichen Gepflogenheiten in den angelsächsischen Ländern und dem europäischen Festland aufgestellt wurde. Nach angelsächsischer Auffassung wird der Gleichstromanteil des Stromes in der ersten Halbwelle des Lichtbogens mitgerechnet, während die kontinentale Auffassung ausschließlich den Wechselstromanteil berücksichtigt. In der Sitzung des Vollausschusses in Brüssel wurde jedoch diese Zweiteilung abgelehnt und von seiten Frankreichs eine Verschmelzung beider Auffassungen empfohlen. Hiernach soll für jeden Schalter eine „symmetrische" und eine „unsymmetrische" Abschaltleistung angegeben werden. Die Angabe der unsymmetrischen Abschaltleistung wurde insbesondere von Amerika mit Rücksicht auf die dort neuerdings gebräuchlichen, sehr schnell unterbrechenden Schalter gewünscht. Auf Grund dieser Vorschläge wurde ein neuer IEC-Entwurf der Regeln für die Bewertung und Prüfung von Hochspannungsschaltgeräten ausgearbeitet, der inzwischen im November d. J. in einer Sitzung des Sachverständigenausschusses in London beraten wurde.

Berichter: Estorff VDE.

Ausschuß 18. Elektrische Schiffsinstallation.

Sitzung in Scheveningen: 18. bis 19. Juni 1935.

Vorsitz: Pyne (England).

Der obige Ausschuß, der das Gesamtgebiet der elektrischen Anlagen auf Handelsschiffen behandeln soll, besteht schon seit Jahren. Er ist aber nie in Tätigkeit getreten, so daß er schließlich aufgelöst wurde. Auf Anregung der ISA (International Standardisation Association) hat das Holländische Elektrotechnische Komitee im vorigen Jahre eine internationale Besprechung im Haag veranlaßt, auf der acht Länder vertreten waren und auf der beschlossen wurde, die IEC zu ersuchen, den Ausschuß 18 wieder in Tätigkeit zu setzen. Diesem Ersuchen ist Folge gegeben worden.

Der Vorsitzende, Colonel Pyne, entwickelte seine Ansichten über Art und Umfang der zu leistenden Arbeit. Seinen Ausführungen wurde zugestimmt. Von dem federführenden Holländischen Elektrotechnischen Komitee war eine Tagesordnung aufgestellt worden, doch wurde als wichtigster Punkt der letzte — Bildung von Unterausschüssen — zuerst vorgenommen. Der gesamte zu bearbeitende Stoff wurde zur Bearbeitung durch je einen Unterausschuß nach längerer Erörterung wie folgt eingeteilt:

I. Bezeichnungen und Definitionen.
II. Bearbeitung und Herausgabe der von den einzelnen Unterausschüssen eingegangenen Vorschläge.
III. Turbo- und dieselelektrischer Schiffsantrieb.
IV. Kabel.
V. Generatoren und Motoren.
VI. Verteilung
  a) Verteilungssysteme und Spannung;
  b) Stromart, Gleich-, Wechsel- oder Drehstrom;
  c) geerdete Systeme;
  d) Verlegung der Leitungen;
  e) Feldregler und Anlasser;
  f) Schmelzsicherung, Groß- und Kleinautomaten;
  g) Armaturen und Zubehör.
VII. Tankers.
VIII. Verschiedenes, zum Beispiel:
  a) Blitzschutz;
  b) drahtlose Telegraphie;
  c) Navigationslichter;
  d) Fernmeldeanlagen;
  e) Kompasse, Funkpeiler;
  f) Probeläufe, Versuche und Überwachung;
  g) leuchtende Schrift und Zeichen;
  h) Feuerschutz;
  i) Sonstiges.

Colonel Pyne schlug vor, die Mitglieder der Unterausschüsse wie folgt zusammenzusetzen:

1. 1 Obmann,
2. Beratende Mitglieder und
   Korrespondierende Mitglieder.

Die Obleute haben dafür zu sorgen, daß die Arbeit ihres Unterausschusses bald beginnt und die Unterlagen dem holländischen Komitee zur Verteilung zugeführt werden. Die beratenden Mitglieder bearbeiten die eingegangenen Unterlagen und entscheiden in gemeinsamer Sitzung mit dem Obmann.

Deutschland ist in allen Unterausschüssen maßgeblich vertreten. Das Ergebnis der Arbeit der Unterausschüsse soll je in drei Abschnitte zusammengefaßt werden:

1. Vorschriften, deren Nichterfüllung Gefahren für das Schiff bedeuten,
2. Vorschriften, deren Nichterfüllung Gefahren für das Leben einzelner bedeuten,
3. Vorschriften, deren Nichterfüllung vorzeitige Abnutzung der Anlage oder Teile bedeuten.

Nach ihrer Wichtigkeit geordnet, würden sich noch folgende Gesichtspunkte für die Bearbeitung ergeben:

1. Sicherheit für Schiff und Leben.
2. Zuverlässigkeit der Anlage im Betrieb.
3. Einfachheit der Anlage.
4. Leichte Instandhaltung der Anlage.

Es soll nicht mehr in die Vorschriften hineingebracht werden, als was zur Erfüllung dieser Bedingungen unbedingt erforderlich ist.

Der Ausschuß 18 wird demnächst wieder zusammentreten.

Die Unterausschüsse werden nach Erfordernis von dem Obmann zusammengerufen und sollen bei der Vollversammlung möglichst schon positive Ergebnisse vorlegen.

Ein nach Erledigung der vorstehenden Fragen gemachter Versuch, über Stromart und Spannung eine Einigung zu erzielen, zeigte schon so weitgehende Verschie-



denheit der Auffassung, daß beschlossen wurde, zunächst alle Fragen in den Unterausschüssen gründlich zu behandeln und soweit als möglich zu klären.

Berichter: Goos.

Ausschuß 19. Verbrennungsmotoren*).

Sitzung in Brüssel: 24. bis 27. Juni 1935.

Vorsitz: E. Forgeur (Belgien).
Schriftführung: F. Hodgkinson (V. S. Amerika).

Die Beratungen befaßten sich mit einem Entwurf internationaler Abnahmeregeln an Verbrennungsmaschinen, der vom geschäftsführenden Ausschuß (V. S. Amerika) auf Grund der von den Länderausschüssen eingereichten Vorschläge zusammengestellt und in zwei Teile gegliedert war.

Die Verhandlungen über Teil I Einheiten und Begriffsbestimmungen hatten folgendes Ergebnis:

Der Geltungsbereich der Regeln erstreckt sich auf alle Verbrennungsmaschinen, deren Nutzleistung elektrisch oder dynamometrisch gemessen werden kann. Dies war der einzige Punkt, der nicht einstimmige Annahme fand, da die Abordnung Italiens auf der Einschränkung auf solche Motoren bestand, die Stromerzeuger antreiben. Als Nutzleistung, auf die der Brennstoff- oder der Wärmeverbrauch zu beziehen ist, gilt international in Übereinstimmung mit den deutschen Regeln**) die Wellenleistung, abzüglich des Leistungsbedarfes der Hilfsmaschinen, die nicht unmittelbar von der Hauptmaschine angetrieben werden.

Als international zulässige Leistungseinheiten sollen in Zukunft bei Verbrennungsmaschinen nur das Kilowatt und die metrische Pferdestärke (1 PS = 75 kgm/s) gelten.

Den Wärmeverbrauchsangaben soll vorzugsweise der obere Heizwert zugrundegelegt und bei jeder Wärmeverbrauchsangabe klar zum Ausdruck gebracht werden, auf welchen Heizwert sie sich bezieht.

Etwaige Toleranzen, desgleichen der Zeitraum, innerhalb dessen Abnahmeversuche am Aufstellungsort vorzunehmen sind, sollen der vertraglichen Vereinbarung vorbehalten bleiben.

Teil I wurde angenommen und soll nach Ablauf der üblichen sechsmonatigen Einspruchsfrist als amtliches Schriftstück der IEC herausgegeben werden.

Teil II über Regeln für Abnahmeversuche konnte wegen Zeitmangels in einem Unterausschuß nur kurz beraten werden. Die Länderausschüsse sollen ihre Stellungnahme zu diesem Teil II dem geschäftsführenden Ausschuß mitteilen, der diese Äußerungen zusammenstellen und allen Beteiligten bekanntgeben soll.

Es wurde der Hoffnung Ausdruck gegeben, daß die nächste Tagung in London im Jahre 1938 die internationale Annahme des Teiles II bringen wird, wie dies für Teil I in Brüssel gelungen ist.

Berichter: Langer.

Ausschuß 20. Kabel.

A. Sitzung in Prag: 12. bis 13. Oktober 1934.

Vorsitz: Emanueli (Italien).
Schriftführung: Stanley (England).

Zur Beratung standen die Prüfvorschriften für Hochspannungsbleikabel mit imprägnierter Papierisolation für Nennspannungen von 10 bis 60 kV. Als Grundlage für die Erörterung diente ein von Bakker (Holland) aufgestellter Entwurf für derartige Prüfvorschriften.

Spezialkabel, d. h. Kabel mit einem anderen Isoliermaterial, auch Ölkabel und Druckkabel, standen nicht zur Verhandlung.

1. Definition der Spannungsbezeichnungen:

Es werden zwei Begriffe festgelegt wie folgt:

zu a) Als „Nennspannung" („Nominal Voltage") wird die Spannung zwischen zwei Phasenleitern des bezüglichen Systems unter normalen Betriebsverhältnissen verstanden.

zu b) Als „Berechnungsspannung" („Rated Voltage") ist die Spannung zu verstehen, für welche die verschiedenen Teile des Dielektrikums berechnet sind.

2. Leiterwiderstand und Querschnitt.

Der gemessene Gleichstrom-Leiterwiderstand im fertigen Kabel, berichtigt auf 20 ° C, soll den eines massiven Drahtes von gleichem Nennquerschnitt um nicht mehr als 4 % übersteigen, d. h. der Leiterquerschnitt wird aus dem Widerstand der Kabellänge bei Annahme eines um 4 % vermehrten spez. Widerstandes berechnet.

Für die Leitfähigkeit kommen die IEC-Werte zur Anwendung, wobei gerechnet wird:

für geglühtes Kupfer . . . 17,24 Ω mm²/km,
für geglühtes Aluminium . . 27,81 Ω mm²/km.

Der von französischen Vertretern vorgebrachte Vorschlag, Aluminium einzuführen, fand grundsätzliches Einverständnis.

Für die Temperaturkoeffizienten sollen gelten:

für geglühtes Kupfer . . . 0,003 93 je 1 ° C,
für geglühtes Aluminium . . 0,004 00 je 1 ° C.

Widerstand- bzw. Querschnittskontrolle soll für alle Kabeladern an allen Längen ermittelt werden.

3. Isolationswiderstand.

Von einer Vorschrift hierfür wird Abstand genommen, da die dielektrischen Verluste für Hochspannungskabel entscheidend sind.

4. Kapazität.

Auch hierin wird, wie zu Punkt 3, von einer Vorschrift abgesehen, da die Prüfvorschrift über die dielektrischen Verluste entscheidend ist.

Kapazitätsmessungen sollen nur, wenn mehr als 10 % Differenz bei demselben Kabel auftreten, zur Nachprüfung einen Anlaß geben, um dann durch Messung dielektrischer Verluste endgültig die Brauchbarkeit festzustellen.

5. Dielektrische Verluste.

a) Messungen bei der Umgebungstemperatur (10 ° bis 20 ° C). 10 % der bestellten Kabellängen, und zwar alle einzelnen Adern sind vor dem Abnehmer zu messen; über 20 kV sind alle Vormessungen vorzulegen, außerdem auch sämtliche Kapazitätsmessungen.

In Anlehnung an den Bakker-Entwurf wird für die Messungen folgender Plan vorgesehen:

Meß-Spannungen . . . . 0.75 E Verlust-Faktor . . . . . $\operatorname{tg} \delta_I$	1.25 E $\operatorname{tg} \delta_{II}$	2 E $\operatorname{tg} \delta_{III}$
Kabel mit radial. Feld ≦ 0.010	$\operatorname{tg} \delta_I + 0.001$	$\operatorname{tg} \delta_{II} + 0.003$
Kabel m. nicht radial. Feld . . . . ≦ 0.010	$\operatorname{tg} \delta_I + 0.003$	$\operatorname{tg} \delta_{II} + 0.006$

E Rated Voltage (s. vorst. Punkt 1 b).
Frequenz 40 bis 60 Hz.

b) Messungen bei höheren Temperaturen durch Aufheizen des Kabels (40 ° C) und

c) Messungen nach Abkühlen des aufgeheizten Kabels auf die Umgebungstemperatur.

Da zu b) und c) eine Einigung nicht erzielt werden konnte, erfolgte Vertagung dieser beiden Punkte.

6. Hochspannungsprüfungen.

Frequenz 40 bis 60 Hz
nach Wahl der Hersteller.

a) Stückprüfung im Werk an allen Kabellängen.

Prüfspannung: 2,5fache Rated Voltage (gemäß Punkt 1 b),

Prüfdauer: bei Mehrleiterkabeln mit nicht radialem Feld 10 min,
bei Einleiterkabeln und Kabeln, die aus solchen zusammengesetzt sind, d. h. für alle Kabel mit radialem Feld 20 min.

Über die Prüfschaltungen der Mehrleiterkabel konnte eine Einigung noch nicht erzielt werden; daher Vertagung dieses Punktes.

b) Prüfung nach der Verlegung bei Einleiter- und Mehrleiterkabeln.

*) Ausführlicherer Bericht befindet sich in Z. VDI 79 (1935) H. 33, S. 1014.

**) Regeln für Abnahmeversuche an Verbrennungsmotoren und Gaserzeugern, einschl. ihrer Abwärmeverwerter, herausgegeben vom VDI, Berlin 1930.



Prüfspannung 1,73fache Rated Voltage (gemäß Punkt 1 b) bei Wechselstrom oder 4fache Rated Voltage (gemäß 1 b) bei Gleichstrom,

Prüfdauer wie bei 6 a) (10 min bzw. 20 min).

Auch hier konnte für die Prüfschaltungen der Mehrleiterkabel ein Einverständnis nicht erreicht werden.

c) Prüfung nach dem Wickelvorgang:

nur gültig für Kabel mit radialem Feld. (Vertagung der Prüfbestimmungen für solche mit nicht radialem Feld).

Länge des Prüfstückes: ein ausreichendes Prüfstück; bei Bestellungen von 10 km und mehr ein Prüfstück für je 10 km Bestellänge.

Prüfspannung 4fache Rated Voltage (gemäß Punkt 1 b),

Prüfdauer 10 min Gesamtzeit.

Prüfschaltungen der Mehrleiterkabel: Alle Leiter parallel gegen die parallel geschalteten metallischen Hüllen.

d) Dauerprüfung: Nur für Kabel mit radialem Feld. (Für Kabel mit nicht radialem Feld Vertagung wie zu 6 c).

Länge des Prüfstückes 10 m; bei Bestellungen über 5 km ein solches für je 5 km.

Prüfspannung wie zu 6 c),
Prüfdauer 4 h Gesamtzeit,
Prüfschaltung wie zu 6 c).

7. Mechanische Prüfungen.

Prüfstücke wie zu Punkt 6 c).

Der Wickelvorgang ist dreimalig bei Umgebungstemperatur zu wiederholen, und zwar auf einer Trommel mit den Durchmessern:

25 D bei Einleiterbleikabel, nicht armiert
20 D bei Einleiterkabel, armiert
15 D bei Mehrleiterkabel, nicht armiert
12 D bei Mehrleiterkabel, armiert.

Unter einem Wickelvorgang ist ein Herumbiegen des Kabels, Geraderichten, Wickeln in entgegengesetzter Richtung auf den Trommelkern und erneutes Geraderichten zu verstehen.

Nach dem Wickelvorgang hat die Hochspannungsprüfung entsprechend 6 c) zu erfolgen.

Das Prüfstück ist dann zu zerlegen und der Befund des Dielektrikums festzustellen.

8. Chemische Untersuchungen.

Vertagung dieses Punktes.

9. Nachweis der Dimensionen.

Vertagung auch dieses Punktes.

Berichter: Schalkau VDE.

B. Sitzung in Scheveningen: 19. bis 22. Juni 1935.

Vorsitz: Emanueli (Italien).

Zur Erörterung standen:

Vorschläge zu Prüfungsvorschriften normaler Kabel für 10 bis 60 kV.

Die Niederschrift der Prager Sitzung 1934 wurde durchgesprochen und an Hand derselben eine neue Fassung zurecht gelegt, die binnen sechs Monaten den einzelnen Ländern zur Annahme vorgelegt wird. Über die Bezeichnung der Kabel nach der Spannung entstand eine rege Aussprache, die damit endete, daß festgelegt wurde, daß alle Kabel nach der höchsten Spannung bezeichnet werden sollen, die zwischen zwei Phasen betriebsmäßig auftritt. Dazu soll eine Zahlenbezeichnung z. B. 60/35 kV gesetzt werden, um die Betriebsverhältnisse insbesondere die Spannung gegen den Nullpunkt festzulegen.

Bezüglich der Kabel mit Aluminiumleitern wurde der vom Deutschen Komitee vorgeschlagene Wert 28,45 Ω/km und mm² bei 20 °C angenommen, der einem mäßig harten Aluminium entspricht, wie es bei Kabeln verwendet wird. Der Wert für geglühtes Reinaluminium hat nur Interesse für den Kabelhersteller und seine Beziehungen zum Erzeuger.

Verlustwinkelmessungen als Kriterium für die Kabelqualität sollen auch schon bei 10 kV-Kabeln zulässig sein. Über die Maximalwerte des tg δ und zulässige Steigung wurde folgendes bestimmt:

	Radialfeld-kabel	anderes Kabel
zulässiger Verlustwinkel bzw. tg δ max: 0,01 bei 0,75 *E*		
zulässige Zunahme des tg δ zwischen 0,75 und 1,25 *E*	0,001	0,003
„ 1,25 „ 2,00 *E*	0,003	0,006

Meßfrequenz 40 bis 60 Perioden, Messung bei Umgebungstemperatur.

Die tg δ-Messungen mit zwischengeschalteten Heizzyklen sollen bei einem kleinen Bruchteil vorgeschlagen werden, über die spezielle Ausführung dieser Messungen gibt das Holländische Komitee noch Vorschriftenentwurf.

Bei Spannungsprüfungen soll für alle Kabel die 2,5fache Betriebsspannung 10 min, bei Kabeln mit nichtradialem Feld möglichst Dreiphasenprüfung oder eine Ersatzschaltung, deren Art der Praxis der einzelnen Länder überlassen bleiben soll.

Keine Einigung konnte über die Prüfspannung und Prüfschaltung von Kabeln mit nichtradialem Feld und unsymmetrischer Isolation erzielt werden, wie es z. B. die Kabel der VDE-Vorschriften 1934 darstellen. Offenbar hat man in den anderen Ländern von der Eigenart dieser Kabel und ihre Betriebsweise noch keine richtige Vorstellung.

Nach der Verlegung soll bei Wechselspannung die 1,73fache Spannung mit Rücksicht auf die verfügbaren Trafos genommen werden oder die 4fache Gleichspannung.

Dauerspannungsversuche sollen an kurzen Längen mit der 4fachen Spannung 4 h lang vorgenommen werden. Die Schaltung soll wie bei der tg δ-Messung gewählt werden; es darf kein Durchschlag erfolgen.

Die Biegeprobe soll in Art der in den VDE-Vorschriften beschriebenen vorgenommen werden, als Prüfspannung gilt die 4fache Betriebsspannung 10 min lang.

Über die Kontrolle der Kabeldimensionen wurde festgelegt, daß der Mittelwert, insbesondere der der Isolation und der Bleidicken, mindestens dem vereinbarten oder dem Normenwert entsprechen muß. Abweichungen der Einzelmessungen entsprechend den Toleranzen der VDE-Vorschriften.

Berichter: Vogel VDE.

Ausschuß 21. Akkumulatoren.

Sitzung in Brüssel: 26. Juni 1935.

Vorsitz: Jumau (Frankreich).

Schriftführung: Fürst (Deutschland).

Anläßlich der diesjährigen Volltagung der Internationalen Elektrotechnischen Kommission in Scheveningen—Brüssel hielt am 26. Juni d. J. der Akkumulatoren-Ausschuß, in dem Deutschland die Federführung hat, unter dem Vorsitz von Prof. Jumau (Frankreich) und im Beisein des Präsidenten der IEC Enström (Schweden) seine erste Sitzung in Brüssel ab. Anwesend waren Vertreter aus Belgien, Dänemark, Deutschland, England, Frankreich, Italien, Rumänien, Rußland, der Tschechoslowakei und V. S. Amerika.

Entsprechend der Tagesordnung fand eine allgemeine Aussprache über den Aufgabenkreis des Ausschusses statt, insbesondere über Begriffsbestimmungen über den Akkumulator, seine Einzelteile, Kapazität, Wirkungsgrad usw., über die verschiedenen Arten von Akkumulatoren, über die Vereinbarungen getroffen werden sollen, und über Einzelheiten, für welche Festlegungen erwünscht sind.

In seiner Einleitung bemerkte Prof. Jumau, daß der französische Verband der Elektrotechniker auf Grund von Stiftungen in der Lage ist, alle 3 Jahre eine Gaston-Planté-Denkmünze einer Persönlichkeit, gleichviel welcher Nationalität, zu verleihen, deren wissenschaftliche Arbeiten für die einschlägige Industrie (Akkumulatoren — Primärelemente.— elektrochemische Industrie) von großer Bedeutung sind. Mit der Verleihung der Medaille ist die Auszahlung einer Summe von 4000 frz. Fr an den Betreffenden verbunden.

Zu Punkt 1 der Tagesordnung (Begriffsbestimmungen) bemerkt Prof. Jumau, daß dieser Teil schon durch das A. C. 1 (Wörterbuch) behandelt worden ist.

Prof. Lombardi (Italien), der Vorsitzende des Komitee Nr. 1, erklärt, daß im Band Nr. 10 des „Vocabulaire" über „Elektrochemie" die Begriffsbestimmungen über Akkumulatoren enthalten sind.

Man kam überein, durch das Generalsekretariat in London, Band 10 des „Vocabulaire" allen nationalen Komitees zu übersenden; diese sollen alsdann innerhalb von 2 Monaten ihre Bemerkungen dazu machen, gegebenenfalls auch Ergänzungen vorschlagen, die dann von dem A. C. 1 geprüft und wenn möglich noch beim Druck des Wörterbuchs berücksichtigt werden sollen.

Bei der Aussprache über den übrigen Teil der Tagesordnung wurde festgestellt, daß von dem italienischen Komitee bereits umfangreiche Arbeiten über Normalisierung und Spezifizierung von Akkumulatoren vorliegen, desgleichen von dem englischen und amerikanischen Komitee.

Auf Vorschlag von Herrn Le Maistre werden alle Arbeiten, die von den einzelnen nationalen Komitees schon gemacht worden sind, dem Londoner Zentralbüro übersandt, dort in Französisch und Englisch übersetzt und dann den übrigen nationalen Komitees zum Studium und zur Stellungnahme übermittelt.

Als Ort für die nächste Sitzung wurde Berlin in Aussicht genommen, wo nach Verlauf eines Jahres der Ausschuß für Akkumulatoren erneut zusammentreten soll.

Berichter: Fürst VDE.

Ausschuß 22. Stromrichter.

Sitzung in Scheveningen: 21. Juni 1935.

Vorsitz: Schiesser (Schweiz).

Der IEC-Ausschuß 22 (Stromrichter) trat in Scheveningen zum ersten Male zu einer Beratung zusammen.

Nach kurzer Einleitung durch den Generalsekretär Herrn Le Maistre übernahm Herr Dir. Schiesser (Schweiz) den Vorsitz. Als hauptsächlichster Punkt der Beratung wurde die Frage des Umfanges und Arbeitsgebietes des neugegründeten Ausschusses besprochen. Die Vertreter der einzelnen Nationen gaben ihre Meinung auf Befragen des Vorsitzenden über diesen Punkt zur Kenntnis. In der Erörterung kam zum Ausdruck, daß das Gebiet der Gasentladungsapparate ein sehr großes ist und daß die Grenzen sich sehr schwer festlegen lassen. Der Unterzeichnete faßte in Übereinstimmung mit Herrn Dir. Kallir (Österreich) die Meinung des deutschen Komitees dahingehend zusammen, daß die Grenzen des Arbeitsgebietes für den Ausschuß 22 möglichst weit gezogen und daß einzelne Teilgebiete besonders herausgegriffen und beraten werden sollten, sobald das praktische Bedürfnis nach einer solchen Beratung vorliegt, wie dies z. B. z. Z. bei den Quecksilberdampfgefäßen für Bahn- und Netzbetrieb der Fall ist. Die einzelnen nationalen Komitees sollen ihre Meinung zu diesem Punkt schriftlich äußern. Die Klarstellung darüber soll bis Ende dieses Jahres stattfinden, die nächste Sitzung ist für Frühjahr 1935, wahrscheinlich in Zürich, vorgesehen.

Eine Aussprache über die Festlegung eines internationalen Ausdruckes für „Stromrichter" führte zu keinem Ergebnis.

Der Vorsitzende des Ausschusses 9, Herr Semenza (Italien), stellte fest, daß die im Gange befindlichen Beratungen über die Gleichrichterregeln in dem Ausschuß 9 für elektrische Bahnausrüstung fortgesetzt werden, bis der neue Ausschuß 22 arbeitsfähig erscheint.

Berichter: Jungmichl.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

A. Ludin. — Dipl.-Ing. Adolf Ludin, Oberingenieur und Bevollmächtigter der Siemens-Schuckertwerke AG., feierte am 1. September sein 25jähriges Dienstjubiläum. Am 25. 2. 1882 wurde er in Steinen in Baden geboren. Nach dem Studium auf der T. H. München trat er bei den Siemens-Schuckertwerken ein und widmete sich der Entwicklung der Starkstromkabel, im besonderen der Höchstspannungskabel, die unter seiner wesentlichen Mitarbeit den heutigen Grad der Sicherheit erreicht haben. Einige Veröffentlichungen, die z. T. in der ETZ erschienen sind, geben einen kleinen Ausschnitt aus seinem arbeitsreichen Schaffen. Sein stets freundliches Wesen und sein vornehmer Charakter haben ihm über den Kreis seiner Fachgenossen hinaus die persönliche Wertschätzung vieler erworben.



A. Ludin.

LITERATUR.

Besprechungen.

Einführung in die Theorie der Stromrichter. Von A. Glaser u. K. Müller-Lübeck. Band 1: Elektrotechnische Grundlagen. Von K. Müller-Lübeck. Mit Beiträgen von W. Dällenbach, E. Gerecke, K. Kettner u. G. Reinhardt. Mit 313 Textabb., IX u. 313 S. in 16,5 × 23,5 cm. Verlag Julius Springer, Berlin 1935. Preis geb. 31,50 RM.

Das vorliegende Buch ist der 1. Band einer Einführung in die „Theorie der Stromrichter", die von A. Glaser und K. Müller-Lübeck herausgegeben wird. Dieser Band beschäftigt sich mit den elektrotechnischen Grundlagen, während der zweite von A. Glaser die physikalischen Eigenschaften der Entladungsgefäße behandeln soll. Es befaßt sich also dieser Band im wesentlichen mit dem Zusammenwirken der Schaltelemente, mit denen der Gleichrichter zusammengebaut ist.

Etwa zwei Drittel des Buches sind dem ungesteuerten Ein-, Zwei- und Mehrphasengleichrichter gewidmet. Das letzte Drittel behandelt den gesteuerten Gleichrichter, Wechselrichter und Umrichter. In dem ersten Hauptabschnitt wird zunächst der Einphasengleichrichter mit Widerstands- und Batteriebelastung behandelt; dann in derselben Weise der Zweiphasengleichrichter. In dem letzten Teil dieses Abschnittes werden zunächst einige allgemeine Eigenschaften der Mehrphasengleichrichter besprochen und dann die besonderen Eigenschaften einiger wichtiger Schaltungen.

Aufbauend auf den leicht übersichtlichen Verhältnissen einfacher Schaltungen werden die Grundeigenschaften sehr schön klar erläutert und möglichst allgemeine Gleichungen entwickelt, die wieder auf Sonderfälle angewendet werden. Die Berechnung wird überall so weit vorgetrieben, daß das Endergebnis in praktisch einfach nachzuprüfenden betriebsmäßigen Gleichungen gegeben wird. Bei den verschiedenen Betriebsbedingungen und Schaltmöglichkeiten des Gleichrichters werden alle vom elektrotechnischen Standpunkt aus wichtigen Größen, wie primäre und sekundäre Stromwelligkeit, Störspannung, Leistungsfaktor, Belastungscharakteristik, Kommutierung, Anodenüberlappung usw., eingehend besprochen. Es ist wohl kaum ein Betriebsfall denkbar, der in dem Buch nicht wenigstens so weit erwähnt ist, daß man die Verhältnisse rasch übersehen könnte.

Das gesamte neuere Schrifttum auf diesem Gebiet ist systematisch mit berücksichtigt worden. Die ausführliche Behandlung des ungesteuerten Gleichrichters rechtfertigt sich dadurch, daß beim gesteuerten Gleichrichter auf vieles zurückgegriffen werden kann. Die Behandlung des gesteuerten Gleichrichters kann auf Grund der Ergebnisse des ersten Abschnittes wesentlich kürzer gehalten werden. Für den Fall unendlich großer Kathodendrosseln und unabhängiger Anodendrosseln wird die allgemeine Lösung gegeben und gezeigt, wie diese Gleichungen auch die Behandlung des entsprechenden Falles beim Wechselrichter ermöglichen.

Das letzte Kapitel über Umrichter ist verhältnismäßig kurz und bringt im wesentlichen eine Übersicht über die

hauptsächlichsten Schaltungen und geht auf Einzelheiten nicht ein, was bei der stürmischen Entwicklung dieses Gebietes und den noch sehr im Fluß befindlichen Meinungen darüber zu verstehen ist.

Das Buch ist wohl die neuzeitlichste und genaueste Monographie, die wir auf diesem Gebiet haben. Die Schreibweise ist leicht verständlich und klar, und es kommt dem Buche sehr zugute, daß der Verfasser selbst auf diesem Gebiet seit Jahren sowohl theoretisch als auch praktisch tätig war und bei der Abfassung des Buches auch dauernde Fühlung mit anderen maßgebenden Forschern auf diesem Gebiet hatte. Der Fachmann wird sich mit diesem Buch rasch orientieren und wertvolle Anregungen daraus holen können. Der Student wird es zur Einführung in das an sich doch nicht ganz einfache Gebiet gut benützen können, da er sehr systematisch vom Einfacheren zum Schwierigeren geführt wird. Es ist also beiden auf das wärmste zu empfehlen. W. O. Schumann.

Mitteilungen aus dem Reichspostzentralamt. Bd. 18. Mit zahlr. Abb. u. 305 S. in 4⁰. Alleinvertrieb durch Julius Springer, Berlin 1935. Preis geh. 12 RM.

In dem Band XVIII der Mitteilungen aus dem Reichspostzentralamt sind die Veröffentlichungen von Angehörigen dieses Amtes aus dem Jahre 1934 und vom Anfang des Jahres 1935 zusammengefaßt.

Besonders hervorzuheben sind die Arbeiten aus dem Gebiet der Fernsehtechnik. Über die Entwicklung und den Stand der Fernsehtechnik geben die Aufsätze von F. Banneitz und F. Stumpf eine gute Übersicht. Die Unterlagen für die Planung eines deutschen Fernseh-Sendernetzes verschaffen die Arbeiten von F. Kirschstein und J. Laub und von W. Scholz. Mit der Frage der Abbildung auf dem Leuchtschirm der Braunschen Röhre beschäftigen sich Aufsätze von E. Hudec und W. Heimann. Die beim Fernsehbetrieb auftretenden Verstärkerfragen behandeln die Arbeiten von G. Krawinkel und W. Scholz. Eine Zusammenstellung über die bei der Funkausstellung 1934 gezeigten Fernsehsender und -empfänger gibt der Bericht von G. Kette.

Mit dem Bau und der Wirkungsweise von Sendern beschäftigen sich Aufsätze von A. Semm, H. Mögel, F. Vilbig und Hans-J. Zetzmann. Einen Überblick über die verschiedenen Verfahren der Modulation von Sendern und deren Vor- und Nachteile gibt eine Arbeit von H. Brückmann. Für die genaue Frequenzbestimmung der Rundfunksender ist ein hochwertiges Gerät notwendig; ein solches wird in einem Aufsatz von H. Mögel beschrieben.

Grundlagen für den von der Deutschen Reichspost eingerichteten Rundfunk-Entstörungsdienst geben die Aufsätze von F. Eppen und K. Sontag, F. Conrad und H. Reppisch.

Mit Röhrenfragen beschäftigen sich Arbeiten von O. Groos und von F. Banneitz und A. Gehrts.

Für die Weiterentwicklung des Fernsprechbetriebes auf Leitungen sind maßgebende Fragen von H. Decker, P. Oehlen, F. Kirschstein und J. Laub behandelt worden.

Zur Theorie der Leitungstechnik wurden Beiträge von A. Feige, M. Grützmacher, F. Vilbig und Fr. Wiedemann geliefert.

Neue Geräte für Messungen an Kabeln werden beschrieben in Arbeiten von W. Graf, M. Grützmacher, F. Gutzmann und H. Bender und von P. Just.

Eine neue Rückkopplungssperre für den Fernsprechbetrieb nach Übersee ist im Reichspostzentralamt entwickelt worden; ihre Wirkungsweise wird in einer Arbeit von R. Rücklin behandelt. Eine neue Schaltung für die Telegraphie auf Fernkabelleitungen, die eine größere Sicherheit des Betriebes gewährleistet, erläutert ein Aufsatz von K. Eppelein. Die bei der Ladung und Entladung von Batterien zu berücksichtigenden Gesichtspunkte behandelt ein Beitrag von C. Loog.

Eine Übersicht über die Arbeiten auf dem Gebiete der Nachrichtentechnik im Reichspostzentralamt geben die beiden Veröffentlichungen „Fortschritte des elektrischen Nachrichtenwesens aus dem Arbeitsgebiet des Reichspostzentralamts im Jahre 1933“ und „Fortschritte des elektrischen Nachrichtenwesens aus dem Arbeitsgebiet des Reichspostzentralamts im Jahre 1934“. Schließlich sind noch die bei der Zusammenkunft mit Hochschullehrern im Reichspostzentralamt gehaltenen Vorträge in einem Bericht von F. Vilbig aufgeführt. K. A. Mittelstrass.

Leitfaden der Rundfunk-Entstörung. Von Dr. A. Dennhardt u. Dipl.-Ing. E. H. Himmler. Mit 84 Textabb., VIII u. 107 S. im Format A 6. Verlag von Julius Springer, Berlin 1935. Preis kart. 3,75 RM.

Im ersten Teil des Leitfadens geben die Verfasser eine klare, allgemeinverständliche, gut gegliederte Darstellung der Grundlagen der Rundfunkbeeinflussung. Danach folgen als weitere Abschnitte: Die Maßnahmen an der Empfangsanlage, Störsuche und Maßnahmen an der Störquelle.

Bei der raschen Entwicklung der Empfangsapparate ist im allgemeinen der Anlagenbau vernachlässigt worden. Darum ist die Voranstellung der bei Errichtung einer Empfangsanlage zu berücksichtigenden Gesichtspunkte eine betonte Forderung an die Rundfunkteilnehmer, diesem Gebiete größere Beachtung zu schenken. Der Störsuche ist nur ein kurzer Abschnitt gewidmet. Zweifellos hilft hier nur die Erfahrung, weniger theoretische Erörterungen. Die Abhandlungen über die Störquellen wirken in ihrer klaren Abgrenzung besondes belehrend. Das Buch ist nicht für den Laien, sondern für den Elektrotechniker geschrieben. Günter Flanze.

Radiation from a vertical antenna over flat perfectly conducting earth. Von P. O. Pedersen. (Ingeniørvidenskabelige Skrifter A Nr. 38.) Mit 35 Abb. u. 53 S. in Gr.-8⁰. Verlag Danmarks Naturvidenskabelige Samfund, i. Komm. bei G. E. C. Gad, Kopenhagen 1935. Preis geh. 6 Kr.

In den letzten Jahren ist es allgemein üblich geworden, für neu errichtete Rundfunksender sogenannte schwundvermindernde Antennen zu verwenden. Der Nahschwund kommt durch die Interferenz der Bodenwelle mit der unter 60° bis 70° Erhebungswinkel ausgestrahlten und in der Ionosphäre reflektierten Welle zustande. Bei einer schwundvermindernden Antenne wird die Strahlung für 60° bis 70° unterdrückt. Dadurch wird das Gebiet nahschwundfreien Empfangs annähernd verdoppelt und zugleich eine Vergrößerung der Bodenfeldstärke erzielt. Die deutschen Groß-Rundfunksender sind heute fast durchweg mit schwundvermindernden Antennen ausgerüstet, wobei vor allem zwei Bauarten verwendet werden: 1. die Eindrahtantenne mit hochgelegtem Stromknoten und vergrößerter Endkapazität, 2. der Höhendipol.

Auf Anregung der Technischen Abteilung der Dänischen Post- und Telegraphenverwaltung hat der bekannte Forscher auf dem Gebiet der Wellenausbreitung, P. O. Pedersen, eine Untersuchung über die Strahlung einer senkrechten Antenne über ebene vollkommen leitende Erde veröffentlicht. Es handelt sich dabei um die senkrechte Eindrahtantenne mit hochgelegtem Stromknoten und vergrößerter Endkapazität, in welcher Bauart auch die Antenne des neuen Kopenhagener Rundfunksenders in Herstedvester ausgeführt ist.

Ausgehend von den Hertzschen Gleichungen berechnet der Verfasser die Strahlungswiderstände und -diagramme für verschiedene Lage des Stromknotens und für verschieden starke kapazitive Endbeschwerung. Die zahlenmäßigen Ergebnisse sind in vielen Diagrammen und Tafeln übersichtlich zusammengestellt. Ferner ist noch die in Richtung der Erdoberfläche ausgestrahlte Feldstärke abhängig von den obengenannten Größen errechnet. Dabei wird zunächst die übliche Annahme einer sinusförmigen Stromverteilung gemacht. Die wirkliche Stromverteilung auf einer Antenne weicht aber infolge der Strahlungs- und Leitungsverluste von der Sinusform ab. Der Verfasser berechnet die Stromverteilung für zwei Fälle:

a) gleichmäßig über die ganze Länge verteilter Verlustwiderstand,
b) im Strombauch konzentrierter Verlustwiderstand.

Beide Annahmen führen praktisch zu demselben Ergebnis, das auch mit der vom Verfasser mitgeteilten gemessenen Stromverteilung der Kopenhagener Antenne sowie mit der vom RPZ gemessenen Stromverteilung der Breslauer An-



tenne[1]) übereinstimmt. Am Beispiel der Kopenhagener Antenne wird schließlich noch gezeigt, daß das auf Grund der gemessenen Stromverteilung berechnete Strahlungsdiagramm mit dem für sinusförmige Stromverteilung berechneten Diagramm genügend genau übereinstimmt, so daß die vorher mitgeteilten Strahlungsdiagramme praktisch auch für die wirkliche Stromverteilung gültig sind. Das für die wirkliche Stromverteilung berechnete Diagramm unterscheidet sich von dem Diagramm für sinusförmige Stromverteilung vor allem dadurch, daß keine genaue Nullstelle, sondern nur ein Kleinstwert der Strahlung vorhanden ist.

Es ist schade, daß den berechneten Strahlungsdiagrammen kein experimentell aufgenommenes, tatsächliches Diagramm gegenübergestellt wird; denn die wirklichen Strahlungsdiagramme weichen infolge der endlichen Leitfähigkeit des Erdbodens von den für unendlich gute Leitfähigkeit berechneten Diagrammen ab, und zwar vor allem bei kleineren Erhebungswinkeln. Daß aber die aus den berechneten Diagrammen gefolgerten Eigenschaften der schwundvermindernden Antennen bei nicht allzu schlecht leitender Erde im wesentlichen erhalten bleiben, zeigen die praktischen Ergebnisse mit derartigen Antennen und die kürzlich von der DVL[2]) aufgenommenen Strahlungsdiagramme der Reichssender Berlin-Tegel und München.

Die Arbeit gibt einen guten Überblick über die Strahlungsverhältnisse schwundvermindernder Antennen mit hochgelegtem Stromknoten, der allerdings infolge Vernachlässigung der endlichen Leitfähigkeit und Dielektrizitätskonstante des Erdbodens nicht erschöpfend ist. Durch die übersichtliche Darstellung der Ergebnisse in Tafeln und Diagrammen wird das Büchlein dem Hochfrequenzingenieur beim Entwurf schwundarmer Antennen der genannten Bauart eine wertvolle Hilfe sein können.

G. Sudeck.

Physikalische Vorträge für Ingenieure. Veranstaltet v. d. Physikalischen Gesellschaft Zürich i. d. Eidgenöss. Techn. Hochschule Zürich. Mit 26 Abb. u. 110 S. in 8°. Verlag Rascher & Co. AG., Zürich, Leipzig u. Stuttgart 1935. Preis geh. 2 RM.

Die Physikalische Gesellschaft Zürich veranstaltete 1934 eine Vortragsreihe für Ingenieure über neuzeitliche Physik und ihre technischen Anwendungen. Diese Vorträge liegen jetzt gedruckt vor. Im ersten Vortrag über Kristallstruktur und Festigkeitseigenschaften zeigt P. Scherrer, wie weit die Theorie die Eigenschaften des Einkristalls erklären kann. Derselbe Verfasser behandelt im zweiten Vortrag über neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der Strahlung die Doppelnatur der Strahlung als Welle und Korpuskel. Der dritte Vortrag von R. Sänger über physikalische Deutung des Ferromagnetismus bringt die Weißsche Theorie und ihre quantentheoretische Deutung durch Heisenberg. Die drei letzten Vorträge von F. Fischer handeln über elektroakustische Übertragungssysteme. Nach der Besprechung der idealen elektroakustischen Übertragung werden lineare und nichtlineare Verzerrungen, elektrische Filter, Ersatzbilder für elektroakustische Übertrager und die Übertrager selbst, elektroakustische Meßtechnik und die Tonaufzeichnung erörtert.

Die Vorträge greifen geschickt aus dem großen Gebiet der neuzeitlichen Physik einige der wichtigsten und technisch bedeutsamsten Abschnitte heraus. Es ist sehr zu begrüßen, daß die reiche Anregung, die von ihnen ausgegangen ist, nun auch einem größeren Leserkreis zuteil werden kann.

W. Bauer.

Lighting calculations. Von Prof. H. H. Higbie. Mit 115 Fig. i. Text, VI u. 503 S. in 8°. Verlag Wiley & Sons, Inc., New York, und Chapman & Hall, Ltd., London 1934. Preis geb. 31/— s.

Selten hat mich ein Buch so gefesselt wie das vorliegende: es ist interessant durch das, was es bringt, dadurch, wie es dies bringt, und durch das, was es nicht bringt. — Was es bringt, geht aus den Überchriften der 10 Kapitel hervor: 1. Warum (sich und andere) mit Beleuchtungsprojektierungen (Calculations) quälen?, 2. Beleuchtung und Lichtstrom, 3. Lichtstärke und punktförmige Lichtquelle, 4. Leuchtdichte, 5. Großflächige Lichtquellen, 6. Lineare Lichtquellen, 7. Vervielfachung des Lichtes durch Reflexion im geschlossenen Raume, 8. Der Ausnutzungsfaktor; Wirkungsgrad einer Beleuchtungsanlage, 9. Lampen; Lichtgeneratoren, 10. Visuelle Wirkung der Beleuchtung.

Nichts oder fast nichts ist gesagt von Lichtmessung, von Flugplatzbeleuchtung, Beleuchtung von Kraftwagenstraßen und Kraftwagen, von Lampenkonstruktionen (die Kohlenbogenlampe ist kaum erwähnt), von lichttechnischen Gläsern und manchem andern. Das klingt wohl bedenklich; aber man vermißt alles das beim Lesen des Buches kaum. Der Verfasser zieht den Leser schon im 1. Kapitel in den Bann und nötigt ihm Vertrauen ab, mit dem man bis zum Ende des Buches folgt, auch da, wo man etwa nicht seiner Meinung ist. Man fühlt immer: es spricht ein Mann von umfangreichem Wissen, großer Erfahrung und unbedingter Ehrlichkeit, der — die Lichttechnik verleitet manchmal zum Gegenteil — sich und anderen nichts vormacht. Und alles bringt er in einem, ich möchte fast sagen, gemütlichen Erzählerton; sogar die mathematischen Betrachtungen haben etwas davon. Das 1. Kapitel ist mit seinem vielsagenden Titel auch bezeichnend für den heutigen Stand der Lichttechnik: 4 % des Textumfanges muß man auf die Erklärung verwenden, daß und weshalb man die Projektierung von Beleuchtungsanlagen für nötig hält. Erfrischend ist es, wie der Verfasser hier und an anderen Stellen über die Pseudosachverständigen und später über den schädlichen Einfluß urteilt, den bei Festsetzungen normativer Bestimmungen gewisse Stellen aus geschäftlichem Interesse in trügerischer Weise (insidiously) ausüben. Bei allen seinen Erwägungen beachtet er das Wirtschaftliche in wohltuend starkem Maße.

Mit der Beschränkung, mit der der Verfasser sein Thema behandelt, findet man sich ab; man fühlt eben, daß er sich bewußt beschränkt hat. Immer ist er neuzeitlich, auch insofern, als er das Physiologische und das Psychologisch-Ästhetische gebührend berücksichtigt und niemals den Architekten, den Baukünstler, aus dem Auge verliert. Der deutsche Leser wird freilich — bei aller Anerkennung, die er dem Buche entgegenbringen wird — doch manches vermissen, wird auf Schritt und Tritt spüren, daß der Verfasser die deutsche Literatur wenig, wohl nur aus englischen Auszügen kennt. Es wäre sonst nicht zu verstehen, daß er auf Arbeiten wie — um nur einige zu nennen — die von Lambert (über großflächige Leuchtung), von Ondraczek, Halbertsma, Frühling, L. Schneider, Norden, Ulbricht und vielen anderen nicht eingeht; an einer Stelle sagt er sogar, daß Schatten einer quantitativen Behandlung noch nicht unterworfen werden könnten. Ulbricht wird, obwohl die Integrating sphere als grundlegend für den „geschlossenen Raum" ausführlich behandelt wird, nur einmal ganz nebenbei erwähnt. Auch die Lichtstromkugel und das Lichtstrompapier, ferner der lichttechnische Rechenschieber der Osram und anscheinend auch die sorgfältig ausgearbeiteten Leitsätze und Regeln der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft sind dem Verfasser unbekannt. Wieviel fruchtbarer wäre die fachwissenschaftliche Literatur, wenn der literarische Gedankenaustausch unter den Kulturvölkern lebhafter wäre! — Dem Verfasser des kommenden deutschen Lehrbuches über Lichttechnik empfehle ich starke Beachtung des Higbieschen Buches, besonders auch seiner Lehrweise durch Teilung des Stoffes in den zusammenhängenden Hauptteil und die (kleiner gedruckten) eingestreuten Beispiele und Aufgaben. Durch diese zwingt Higbie in liebenswürdiger Weise mit glänzendem Lehrgeschick den Leser in das Verständnis seines Stoffes hinein und macht ihn gleichzeitig mit dem Schrifttum seines Landes bekannt. Wer alle Aufgaben gelöst hat, wird mit Recht behaupten können, daß er den Stoff vollkommen beherrsche.

J. Teichmüller VDE.

Herstellung und Verarbeitung von Kunstharz-Preßmassen. Bd. 2: Pressen und Preßverfahren. Von Ing. K. Brandenburger. Mit 92 Abb. u. 152 S. in 8°. J. F. Lehmanns Verlag, München 1935. Preis geh. 10 RM, geb. 12 RM.

Ebenso wie der erste Band läßt auch der zweite die reiche Betriebspraxis des Verfassers erkennen. Diesem

---

[1]) F. Eppen u. A. Gothe. Über die schwundvermindernde Antenne des Rundfunksenders Breslau. Elektr. Nachr.-Techn. 10 (1933) S. 173.

[2]) P. von Handel, K. Krüger u. W. Pfister. Messungen der vertikalen Strahlungscharakteristik von Rundfunkantennen. Hochfrequenztechn. 45 (1935) S. 109.

unstreitig großen Vorteil des Buches stehen aber leider erhebliche Mängel der Darstellung gegenüber, die jemandem, der nicht erfahrener Fachmann ist (und der bedarf schließlich eines solchen Buches nicht mehr), das Verständnis des Dargestellten z. T. sehr erschweren. Z. B. in der Beschreibung des Druckverlaufs bei Handpressen finden sich neben Unklarheiten elementare Fehler („ . . . wächst theoretisch bis zu einem unendlichen Wert sinusförmig"!). Ein anderes Beispiel: Nach maschinentechnischen Gesichtspunkten wird zwischen „Unterdruck-" und „Oberdruckverfahren" unterschieden. Gemeint sind nicht Verfahren, sondern Bauarten von Pressen; im ersten Falle drückt der Preßstempel von unten nach oben gegen das oben angebrachte Widerlager (kommt praktisch nur bei hydraulischen Pressen vor), im zweiten Falle ist der Preßstempeldruck von oben nach unten gerichtet gegen das unten befindliche Widerlager („Preßtisch"). Mag „Oberdruck" noch eindeutig sein, so denkt bei „Unterdruck" zunächst jeder an Gas- oder Flüssigkeitsdruck, der unter dem Atmosphärendruck liegt. Wenn auch diese und andere Bezeichnungen aus der Pressereipraxis stammen, so sind sie darum doch nicht sakrosankt, denn sie werden oft aus einem engen Gesichtskreis heraus ohne Rücksicht auf schon bestehenden allgemeinen technischen Sprachgebrauch gebildet. Es gibt erst wenig Bücher über die noch junge Technik der Kunstharzpreßmassen; es wäre also noch Zeit, die Fachsprache dieses Industriezweiges von der Einbürgerung unklarer und schiefer Wortanwendungen zu bewahren.

Bei strafferer Disposition und Vermeidung der angeführten Mängel würde das Buch in der ersten Reihe technischer Bücher stehen können, denn selten wird auf einem noch verhältnismäßig neuen Gebiet so offen über die Praxis geschrieben. A. Schob.

Drosselklappen als Grundablaßverschlüsse unt. bes. Berücks. der Kavitationsgefahr. Von Dr.-Ing. O. Jüngling. Mit 30 Abb. u. 51 S. in 4°. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1934. Preis geh. 4,50 RM.

Obwohl sich Drosselklappen als Absperrvorrichtung in Turbinenleitungen gut bewährt haben, stößt ihre Verwendung als Grundablaßverschluß bei Talsperren auf Schwierigkeiten, die durch die abweichenden hydraulischen und betrieblichen Bedingungen verursacht sind. Grundablaßverschlüsse müssen gegen den vollen Wasserdruck geöffnet werden; die dabei entstehenden hohen Wassergeschwindigkeiten ergeben dynamische Druckerniedrigungen an gewissen Stellen der Verschlüsse und der anschließenden Abführungsleitung. Da bei Grundablässen der allgemeine Druck in der Abführungsleitung nicht wesentlich höher ist als der Atmosphärendruck, kann sehr leicht der Fall eintreten, daß der absolute Druck an bestimmten Stellen bis auf die Wasserdampfspannung herabgeht. Das Wasser zerreißt dann, es tritt Hohlraumbildung, Kavitation, auf, deren Folgen — Anfressungen der Eisenteile, Erschütterungen, Lärm — bekannt sind. Besonders ungünstig sind meist die Verhältnisse bei teilweiser Öffnung, die bei den zum Regeln des Wasserabflusses dienenden Grundablaßverschlüssen ein betriebsmäßiger Dauerzustand sein kann.

Daß Drosselklappen nicht, wie es der Name nahelegt, zur Drosselung von Wasser bei hohem Druck geeignet sind, war in der Fachwelt zwar schon lange bekannt. Der Verfasser hat aber in Zusammenarbeit mit Versuchsanstalten und Maschinenfabriken die für das Eintreten der Kavitation bei Drosselklappen maßgebenden Bedingungen im einzelnen sorgfältig untersucht und neue, in dieser Hinsicht günstigere Bauarten entwickelt. Das ansprechend und klar geschriebene Büchlein kann dem Sonderfachmann nur bestens empfohlen werden. D. Thoma.

Technologie des Aluminiums und seiner Leichtlegierungen. Von Dr.-Ing. A. von Zeerleder. 2. verbess. Aufl. Mit 204 Abb. u. 300 S., in gr. 8°. Akademische Verlagsges. m. b. H., Leipzig 1935. Preis brosch. 12,60 RM, geb. 14 RM.

Kaum in einem Jahr ist die erste Auflage dieses ausgezeichneten Buches, das in H. 23 der ETZ dieses Jahres, S. 663, gewürdigt worden ist, vergriffen worden, so daß eine Neuauflage notwendig wurde. Sie enthält der ersten gegenüber keine grundlegenden Änderungen. Das Schrifttum ist bis Ende 1934 berücksichtigt. Es genügt, an dieser Stelle noch einmal auf dieses führende Werk und im übrigen auf die Besprechung der ersten Auflage hinzuweisen. G. Masing.

Metallographie. Ein ausführliches Lehr- und Handbuch der Konstitution und der physikalischen, chemischen und technischen Eigenschaften der Metalle und metallischen Legierungen. Von Prof. Dr. W. Guertler. Band 2: Die Eigenschaften der Metalle und ihrer Legierungen. Teil 2: Physikalische Metallkunde. 10. Abschnitt: Die mechanisch-technologische Metallkunde. 1. Heft: Die mechanisch-technologischen Eigenschaften der reinen Metalle. Von Dr. A. Burkhardt unt. Mitarb. v. Prof. Dr. G. Sachs. Mit 619 Abb., XX u. 494 S. im Format B 5. Verlag Gebrüder Borntraeger, Berlin 1935. Subskr.-Preis 54 RM.

Der vorliegende Beitrag zum „Handbuch der Metallkunde" von Guertler bringt eine sorgfältige Zusammenstellung der im Schrifttum bekannten Angaben über die mechanischen Eigenschaften der reinen Metalle. Das Schrifttum, auch das ausländische, scheint sehr sorgfältig berücksichtigt zu sein. Bei den einzelnen Angaben stellt man fest, daß sie nach modernen wissenschaftlichen Gesichtspunkten gesammelt worden sind, und man findet deshalb manche Angabe, die in einem älteren Werk keine Berücksichtigung gefunden hätte. Die Natur des Stoffes bringt es mit sich, daß sich im Beitrag keine breiter angelegten zusammenhängenden theoretischen Erörterungen finden. Die mitgeteilten Ergebnisse werden jedoch trotz aller Vorsicht kritisch beleuchtet.

Der vorliegende Beitrag ist ein wertvolles Nachschlagewerk, in dem man, systematisch geordnet, Angaben findet, nach denen man sonst mühsam im Schrifttum suchen muß. G. Masing.

Eingegangene Doktordissertationen.

Gustaf Arthur Nyman, Zur Chemie des Retens und des Dihydroretens. (Sonderdr. aus Annales Academiæ Scientiarum Fennicae, Serie A., Bd. 41, Nr. 5.) T. H. Finnlands, Helsingfors 1934.

Herbert Brandt, Über Druckverlust und Wärmeübertragung in Röhren-Wärmeaustauschern. T. H. Hannover 1934.

Heinz Becker, Über die Schmiedbarkeit von Schweißverbindungen. T. H. Hannover 1935.

Alfred Berghahn, Die Streureaktanzen eines Einphasentransformators. [Sonderdr. aus Arch. Elektrotechn. 27 1933) H. 11.] T. H. Hannover 1933.

Johann Bock, Theoretische Untersuchung von Roststäben und die günstigste Roststabform. T. H. Hannover 1935.

Gustav Boehme, Über die hexagonale Struktur des Magnesiums und ihre Bedeutung für die mechanische Technologie und konstruktive Verwendung des Elektron-Metalls. T. H. Hannover 1934.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Wissenschaftliche Leitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 46. Wer stellt Gießlöffel mit einem Inhalt von 105, 225, 285 und 1020 cm³ her, die elektrisch durch eine Heizspule auf eine Temperatur von rd. 420 °C gehalten werden?

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955 56

Abschluß des Heftes: 13. Dezember 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Spinger, Berlin W 9.



Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

56. Jahrgang | Berlin, 27. Dezember 1935 | Heft 52

Die Eichung einer 100 cm-Kugelfunkenstrecke mit Stoßspannung.

Von Dr.-Ing. R. Elsner VDE, Nürnberg.

621. 317. 728. 089. 6

Übersicht. Als Beitrag zu den Bestrebungen des VDE und der IEC, Unterlagen für die Schaffung einwandfreier neuer Eichkurven von Kugelfunkenstrecken zu gewinnen, sollen für eine Funkenstrecke mit Kugeln von 100 cm Dmr. bei einpoliger Erdung die Eichkurven für beide Polaritäten mit Stoßspannung ermittelt und die Abweichungen gegenüber der bisherigen VDE-Kurve sowie gegenüber den neuesten amerikanischen Messungen festgestellt werden.

Durch die von den verschiedensten Seiten in den letzten Jahren ausgeführten Messungen an Kugeln großen Durchmessers ist es heute allgemein bekannt, daß die für solche Kugeln auf Grund der Peekschen Formel berechneten und vom VDE in seinen Vorschriften[1]) bisher anerkannten Eichkurven je nach dem Kugeldurchmesser mehr oder weniger große Fehlabweichungen gegenüber den tatsächlichen Durchschlagwerten aufweisen. Diese Fehler können nach den Angaben der verschiedenen Verfasser[2]) selbst in dem zugelassenen Meßbereich schon Beträge von etwa 5 bis 6 % annehmen. Das deutsche Komitee für Kugelfunkenstrecken-Eichung bei der IEC hat deshalb neuerdings einen genauen Versuchsplan aufgestellt, nach dem künftig die Eichung der Kugelfunkenstrecken mit Wechselspannung in möglichst vielen Laboratorien vorgenommen werden soll.

Außer der Messung mit Wechselspannung gibt nun die Messung mit Spannungsstößen, deren zeitlicher Verlauf und Höchstwert durch gleichzeitige Aufnahme mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen (KO) genau ermittelt werden kann, bei dem heutigen Stand der Meßtechnik ein sehr bequemes Verfahren an die Hand, die Eichkurven von Kugelfunkenstrecken mit einpoliger Erdung für beide Polaritäten getrennt zu ermitteln. Dadurch bietet sich die Möglichkeit einer vollständig unabhängigen Prüfung der mit Wechselspannung ermittelten Meßpunkte. Die neuesten Untersuchungen von Förster[3]) sowie von Bellaschi und Teague[4]) haben einwandfrei bestätigt, daß für Stoßspannungen bis herab zu 2 µs Dauer praktisch die Überschlagwerte von Kugelfunkenstrecken mit den Überschlagwerten bei Dauerspannung entsprechender Polarität übereinstimmen, solange man im Bereich der Anfangsspannung arbeitet. Man hat also nur dafür zu sorgen, daß die benutzte Stoßwelle eine glatte Stirn und genügende Rückenlänge besitzt, eine Aufgabe, die heute keine Schwierigkeiten mehr bereitet.

Ein Vorteil des Verfahrens, mit Stoßspannung zu eichen, besteht dabei gegenüber der Eichung mit Wechselspannung noch darin, daß sofort der Einfluß der Polarität auf die Überschlagspannung der Kugelfunkenstrecke herausgemessen wird. Bei Benutzung von Wechselspannung kann man in dem Abstandsbereich s/D (s Schlagweite, D Kugeldurchmesser) oberhalb etwa 0,25, wie die neuesten amerikanischen Arbeiten von Meador und von Bellaschi und McAuley übereinstimmend zeigen, stets nur den niedrigeren der beiden Überschlagwerte messen. In dem für Kugelfunkenstrecken zulässigen Meßbereich ist dies bei Kugeln beliebigen Durchmessers immer derjenige negativer Polarität[5]).

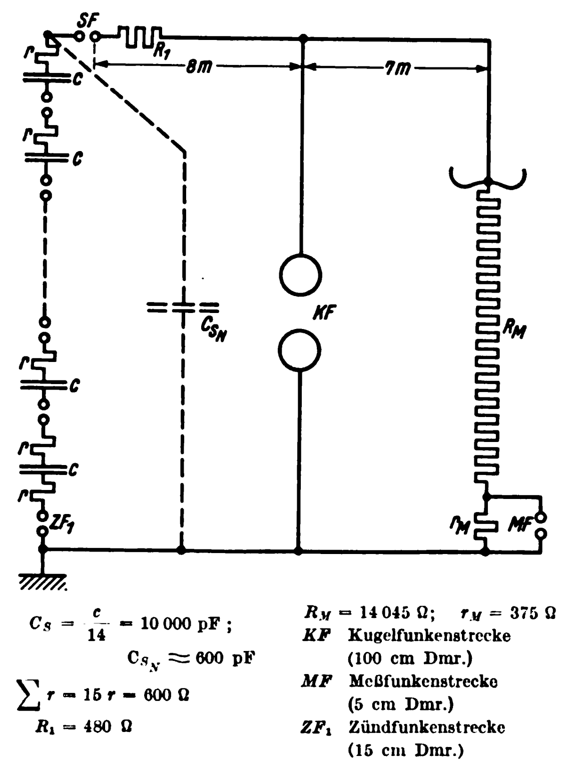


Abb. 1. Schaltung zur Aufnahme der Eichkurve einer 100 cm Dmr.-Kugelfunkenstrecke bei Stoßspannung.

Bemerkenswert ist dabei, daß der Wert von s/D, bei dem dieser Polaritätseinfluß sich bemerkbar macht, etwa derjenigen Schlagweite entspricht, bei welcher die Toeplersche Knickstelle[6]) im Verlauf der Eichkurve liegt. Zwischen beiden Erscheinungen besteht also offenbar ein ursächlicher Zusammenhang, der sich aus einer Änderung im Mechanismus des Funkendurchbruchs erklären läßt, wie es schon W. Weicker[7]) vor kurzem ausgesprochen hat.

Versuchsanordnung und Durchführung der Messungen.

Die nachstehend beschriebene Eichung der 100 cm-Kugeln bei einpoliger Erdung stellt eine Nachprüfung der

[1]) VDE 0430/1929, vgl. ETZ 47 (1926) S. 594, 862.

[2]) Bellaschi und McAuley, Electr. J. 31 (1934) S. 228; vgl. auch W. Weicker, ETZ 56 (1935) H. 15, S. 423. Estorff, Toepler, Franck, ETZ 51 (1930) S. 777. Meador, Electr. Engng. 53 (1934) S. 942. Lieber, Hescho-Mitt. (1935) H. 71/72.

[3]) Förster, ETZ 55 (1934) S. 689.

[4]) Bellaschi und Teague, Electr. J. 32 (1935) S. 120.

[5]) McMillan und Starr, Electr. Engng. 49 (1930) S. 859.

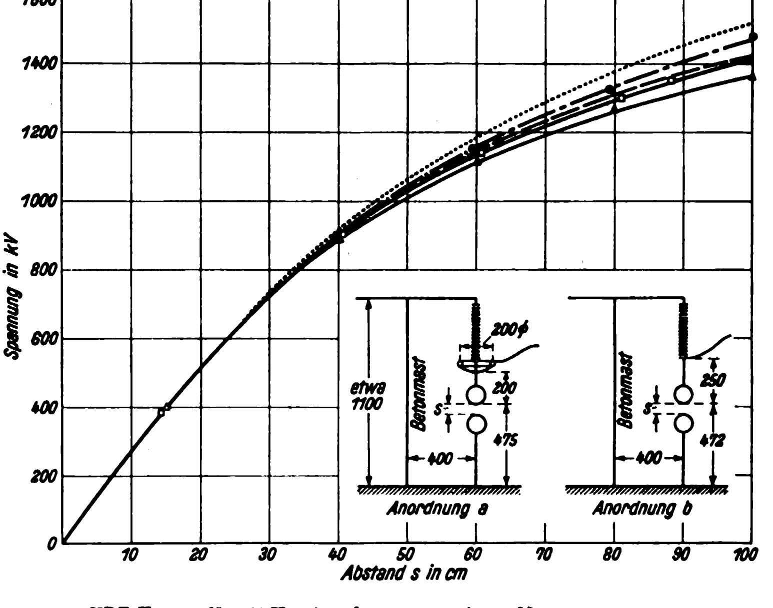
[6]) Clausnitzer, ETZ 54 (1933) S. 911. Max. Toepler, ETZ 53 (1932) S. 1219.

[7]) W. Weicker, ETZ 56 (1935) H. 15, S. 424.

amerikanischen Werte mit einem etwas anderen Meßverfahren dar, bei welchem ein Kathodenstrahl-Oszillograph nicht für die eigentliche Messung, sondern lediglich zur einmaligen Kontrolle der Wellenform benutzt wurde.

Untersucht wurden zwei Anordnungen der 100 cm-Kugeln; sie sind in den dieser Arbeit beigegebenen Eichkurven der Abb. 2 als Anordnung a) bzw. b) dargestellt. Die Anordnung b) entspricht der VDE-Anordnung, während bei a) zur Vergleichmäßigung des Feldes zwischen den Kugeln und an der Hängekette noch ein Schirmring von 2000 mm Ringdurchmesser mit einem Querschnittsdurchmesser von 200 mm angeordnet ist. Durch diesen Ring wird die isolierte Kugel von Feldlinien entlastet, also der Einfluß der einpoligen Erdung zum Teil kompensiert. Die Abstände der Zuleitung sowie der geerdeten Teile entsprachen in beiden Fällen den VDE-Bestimmungen. Ebenso waren hinsichtlich Gestalt und Oberflächenbeschaffenheit der Kugeln die Vorschriften genau eingehalten.

Vor jeder Meßreihe wurden die Kugeln sorgfältig mit einem sauberen Ätherlappen von Staub gereinigt. Von einer Bestrahlung durch ultraviolettes Licht wurde wegen der Größe der Kugeln abgesehen. Die Messungen selbst wurden in der in Abb. 1 angegebenen Schaltung mit einem Marxschen 3 Mill V-Freiluft-Stoßgenerator im Stoßprüffeld des Transformatorenwerkes der Siemens-Schuckertwerke, Nürnberg, durchgeführt, der kürzlich in dieser Zeitschrift beschrieben worden ist[8]). Dabei wurden 14 Stufen dieses Generators benutzt, so daß sich eine wirksame Stoßkapazität von $C_s = 10\,000$ pF ergab.



.... VDE-Kurve für 50 Hz, Anordnung b

Mittelwertkurven aus den amerikanischen Messungen für Anordnung b (entsprechen IEC-Eichkurven):

——— negative Stoßspannung und 50 Hz

– – – – positive Stoßspannung

eigene Messungen:

□ ——— 50 Hz und negative Stoßspannung, Anordnung a

△ ——— 50 Hz und negative Stoßspannung, Anordnung b

⊙ — · — positive Stoßspannung, Anordnung b

Abb. 2. Eichkurven für eine Kugelfunkenstrecke (100 cm-Kugeln) bei einpoliger Erdung (20 °C, 760 Torr).

Das Meßverfahren folgt zum Teil einem kürzlich von N. Lieber[9]) beschriebenen Weg; es wurde jedoch durch Vornahme dauernder Kontrollmessungen mit einem Spannungsteiler noch ergänzt. Der Gang der Messung war im einzelnen folgender: Zunächst wurde bei einem Abstand der Prüffunkenstrecke KF von etwa 15 cm das Wirkungsverhältnis η_{KF} des Stoßgenerators aus der bisherigen VDE-Eichkurve bestimmt, indem die Zündfunkenstrecke ZF_1 des Stoßgenerators so eingestellt wurde, daß 50 % der Stöße zu Überschlägen an KF führten (Stoßfolge 15 s). Da sowohl ZF_1 wie KF in diesem Falle im Bereich $s/D < 0{,}25$ arbeiten, wo auch nach den neuesten Messungen[10]) kaum Abweichungen von den bisherigen Eichkurven festgestellt worden sind, war zu erwarten, daß die aus der VDE-Kurve ermittelte Spannung U_{KF} praktisch mit der durch Messung mit dem Widerstandsspannungsteiler ermittelten Spannung übereinstimmen würde. In der Tat zeigt die im folgenden Abschnitt aufgeführte Tafel 1 der Meßwerte nur bei Anordnung a) eine geringe Abweichung von 1,3 % zwischen beiden Meßwerten, während für Anordnung b) kein Unterschied festzustellen war. Das Wirkungsverhältnis des Generators $\eta_{KF} = \left(\frac{U_{KF}}{2 \cdot 14\, U_{ZF_1}}\right)$ ergab sich damit in der vorliegenden Schaltung für Anordnung a) zu 0,865, für b) zu 0,87, und zwar unabhängig von der Polarität.

Bei den folgenden Messungen mit größeren Abständen an KF standen somit zwei vollständig unabhängige Meßverfahren zur Verfügung:

A. die Ermittlung der wahren Überschlagspannung U_{KF} aus der an der Zündfunkenstrecke eingestellten Spannung U_{ZF_1} mittels der Beziehung[11])

$$U_{KF} = \eta_{KF} \cdot 28\, U_{ZF_1}$$

B. die Messung von U_{KF} mittels des Widerstandsspannungsteilers.

Für einen bestimmten Abstand an KF wurde dabei jedesmal die Einstellung der Zündfunkenstrecke am Generator so lange verändert, bis 50 % der Stöße zu Überschlägen an KF führten. Die dieser Einstellung entsprechende Spannung U_{ZF_1} wurde aus dem Abstand von ZF_1 mit der für 15 cm-Kugeln gültigen VDE-Kurve ermittelt, was wegen des Arbeitens im Bereich $s/D < 0{,}25$ im vorliegenden Falle für beide Polaritäten bis zu den höchsten an KF eingestellten Spannungen zulässig ist. Der wahre Wert der Spannung an KF beträgt dann:

$$U_{KF} = \eta_{KF} \cdot 28\, U_{ZF_1}.$$

Nunmehr wurden die Kugeln der Prüffunkenstrecke etwas voneinander entfernt, so daß keine Überschläge an KF mehr eintraten, und für genau die gleiche Einstellung von ZF_1 die Spannung U_{KF} noch einmal mit dem Spannungsteiler gemessen. Die benutzte 5 cm-Meß-Kugelfunkenstrecke MF wurde dabei mit ultraviolettem Licht einer Quecksilberdampf-Lampe bestrahlt. Der Widerstand r_M war so gegen R_M abgeglichen, daß auch bei MF im Bereich $s/D < 0{,}25$ gearbeitet wurde, so daß der an MF gemessene Wert aus der zugehörigen VDE-Eichkurve abgelesen werden konnte.

Meßergebnisse.

In Tafel 1 sind die aus dem Wirkungsfaktor η_{KF} errechneten und die mit Spannungsteiler gemessenen Spannungswerte einander gegenübergestellt. Es ergibt sich in einem einzigen Fall eine größte Abweichung zwischen beiden Messungen von 2,8 %, die auf Meßfehler zurückzuführen ist. Zum Zeichnen der Eichkurven in Abb. 2 sind nur die nach dem Verfahren A verbesserten Werte benutzt worden.

Die größten Abweichungen gegenüber den Werten der VDE-Kurve betragen für **negative Stoßspannung und Wechselspannung** bei Anordnung a) etwa 4 %, bei Anordnung b) dagegen bis zu 6 %, wenn man

[8]) Rebhan, ETZ 56 (1935) H. 38, S. 1041.
[9]) Lieber, s. Fußnote 2.
[10]) Bellaschi u. McAuley, Meador, s. Fußnote 2.
[11]) Wie Fußnote 9.



Zahlentafel 1.

Abstand	Stoßspannungswerte			Meßfehler	Abweichung von der VDE-Kurve
	U_{ZF_1}	berechnet $28\,\eta_{KF} \cdot U_{ZF_1}$	mit Spgsteiler gemessen		
cm	kV	kV	kV	%	%
Anordnung a) negative Stoßspannung in kV (η_{KF} = 0,865)					
14,5	15,8	— 383	— 378	— 1,3	0
40,5	37,4	— 905	— 895	— 1,1	— 1,9
60,5	47,2	— 1140	— 1155	+ 1,3	— 4,2
81,0	53,7	— 1300	— 1313	+ 1,0	— 6,1
88,0	56,0	— 1355	— 1355	0	— 5,9
Anordnung b) negative Stoßspannung in kV (η_{KF} = 0,87)					
15,0	16,2	— 395	— 395	0	0
40,3	36,6	— 890	— 865	— 2,8	— 3,0
60,3	45,6	— 1110	— 1108	— 0,2	— 6,3
80,0	52,0	— 1265	— 1270	+ 0,4	— 8
100,0	55,6	— 1355	— 1360	+ 0,4	— 10,6
Anordnung b) positive Stoßspannung in kV (η_{KF} = 0,87)					
15,0	16,2	+ 395	+ 395	0	0
39,7	36,6	+ 890	+ 885	— 0,6	— 2
59,5	47,4	+ 1150	+ 1135	— 1,3	— 2,2
79,4	54,2	+ 1320	+ 1320	0	— 3,6
100	60,8	+ 1480	+ 1445	— 2,4	— 2,4

sich mit dem vom VDE vorgeschriebenen Meßbereich begnügt, dessen obere Grenze für einpolige Erdung bei 1060 kV Scheitelwert liegt. Für größere Abstände nehmen die Abweichungen bis zu 10,5 % bei Anordnung b) für $s/D = 1$ zu. Der feldverbessernde Einfluß der Anordnung a) wird hier schon sehr deutlich. Ein Vergleich mit den neuesten amerikanischen Messungen liefert bei negativer Stoßspannung praktisch vollkommene Übereinstimmung der Meßergebnisse für Anordnung b) mit der auf 20 °C umgerechneten Mittelwertkurve aus den Messungen von Bellaschi und McAuley und von Meador[12]). Bei positiver Stoßspannung liegen im Bereich großer Schlagweiten die eigenen Meßpunkte merklich über der entsprechenden amerikanischen Mittelwertkurve. Dies erklärt sich zwanglos aus dem bei dieser Polarität ja besonders fühlbaren Einfluß der etwas anderen Umgebung.

Bei positiver Stoßspannung ist der Fehler bei Benutzung der VDE-Kurve erheblich kleiner. Im zulässigen Meßbereich beträgt er höchstens 2 %, für größere Abstände bis zu $s/D = 1$ bleibt er unter 4 %.

Kritik der Meßergebnisse.

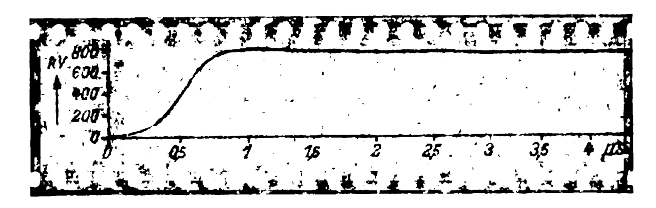
Die Genauigkeit der in Abb. 2 dargestellten Eichkurven dürfte auf Grund des mittleren Meßfehlers des Spannungsteilers (vgl. Tafel 1) etwa ± 1 % betragen. Die Kurven beziehen sich auf 20 °C und 760 Torr, da nur mit den auf diese Luftverhältnisse reduzierten Eichkurven für die Funkenstrecken ZF_1 und MF gearbeitet wurde.

Als weiterer Fehler der Messung kommt eine mögliche — wenn auch bisher nicht festgestellte — geringe Abweichung der wahren Überschlagwerte von den der Messung zugrundegelegten Werten der VDE-Eichkurven für die 15 cm- und die 5 cm-Kugelfunkenstrecken im Bereich $s/D < 0{,}25$ in Frage. Bei der guten Übereinstimmung der mit beiden Meßverfahren unabhängig voneinander ermittelten Ergebnisse dürfte ein solcher Fehler aber höchstens in der Größenanordnung der Meßfehler selbst liegen.

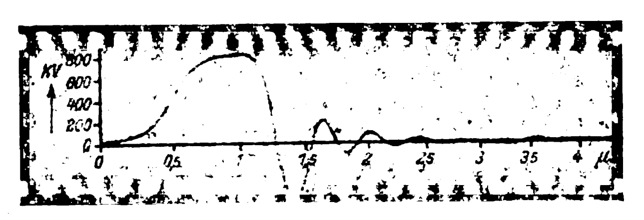
Damit würde sich im äußersten Falle ein möglicher Gesamtfehler von etwa ± 2 % für die mitgeteilten Eichkurven ergeben.

[12]) Diese Kurve ist von der IEC als vorläufige genormte Eichkurve für Wechselspannung angenommen. Damit hat sich der von deutscher Seite schon seit Jahren vertretene Standpunkt, daß die alten AIEE-Normen von 1928 als Grundlage für eine internationale Eichung nicht voll befriedigen, durchgesetzt.

Weitere Meßfehler — etwa durch Oberschwingungen in der Stoßwelle — können nicht auftreten, da die Stirn der benutzten Welle auf Grund der aufgenommenen Kathodenstrahl-Oszillogramme (Abb. 3) vollkommen glatt verläuft. Die Halbwertdauer des Rückens war mit 100 µs ebenfalls so ausreichend lang, daß Überspannungen an der Prüffunkenstrecke infolge von Funkenverzögerung ausgeschlossen sind. Der Spannungsteiler weist für die benutzte Wellenform praktisch noch keinen Fehler auf.



a) Stoßwelle, kein Überschlag an der Meßfunkenstrecke



b) Überschlag, 35 cm Schlagweite

Abb. 3. Kathodenstrahl-Oszillogramme der benutzten Stoßwelle.

Schließlich wurde noch die Möglichkeit von Fehlmessungen, welche durch unvollständige Aufladung des Stoßgenerators[13]) entstehen können, dadurch ausgeschieden, daß die Stoßfolge bei sämtlichen Versuchsreihen genau auf 15 s gehalten wurde. Dies entspricht etwa der fünffachen Ladezeitkonstanten des ganzen Generators.

Zusammenfassung.

Eine genaue Beschreibung und Begründung eines Meßverfahrens zur Ermittlung der Eichkurven von Kugelfunkenstrecken mit Stoßspannung beider Polaritäten wird gegeben. Das Verfahren besteht in einer Messung mit einem Widerstandsspannungsteiler unter gleichzeitiger Kontrolle durch das einmal ermittelte Übersetzungsverhältnis des Stoßgenerators, wobei die Wellenform mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen nachgeprüft wird.

Für eine 100 cm - Durchmesser - Kugelfunkenstrecke werden mit diesem Verfahren die genauen Eichkurven für positive und negative Stoßspannung ermittelt und mit der VDE-Eichkurve sowie mit den neuesten amerikanischen Messungen verglichen. Dabei ergeben sich bei negativer Stoßspannung und Wechselspannung Abweichungen der wahren Werte bis zu 6 % nach unten von den Werten der VDE-Kurve, wenn man im zulässigen Meßbereich bleibt. Mit den amerikanischen Messungen stimmen die Werte für negative Stoßspannung nach Umrechnung auf gleiche Lufttemperatur völlig überein; bei positiver Stoßspannung liegen die eigenen Meßpunkte im Bereich großer Schlagweiten merklich über den amerikanischen Werten.

[13]) Elsner, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 10, S. 655.

Die elektrischen Einrichtungen des Schluchseewerkes.

Von Dipl.-Ing. W. Leitner, Karlsruhe.

(Schluß von S. 1375.)

621. 311. 21

Im folgenden soll die Selbst- und Fernsteueranlage der Maschinen des Werkes Häusern genauer betrachtet werden, weil sie für das Kraftwerk von besonderer Bedeutung ist und weil Anlagen solcher Art verhältnismäßig selten sind. Das Ziel der Automatisierung einer Maschinengruppe besteht bekanntlich darin, durch einen einzigen, gewöhnlich von der Warte aus gegebenen Impuls die selbsttätige Abwicklung sämtlicher zum Anfahren und Parallelschalten bzw. Abstellen erforderlichen Steuervorgänge zu erreichen, und zwar so, daß an Zeit gespart wird und Fehlschaltungen ausgeschlossen sind. Die Selbststeuerung umfaßt in Häusern die Betriebszustände „Generatorbetrieb", „Phasenschieberbetrieb" und „Pumpbetrieb". Es war zur Bedingung gemacht, daß der Einsteuervorgang zum Generatorbetrieb vom Stillstand des Maschinensatzes an, mit Einschluß des Parallelschaltens, nicht länger als 2 min dauern dürfe; außerdem war verlangt, daß das Parallelschalten zuverlässig und ohne schädliche Rückwirkungen auf Maschine und Netz möglich sein sollte, wenn die Netzfrequenz bis zu einer unteren Grenze von 42 Hz vom Regelwert abweicht und wenn die Spannung zwischen 65 und 125 kV liegt. Diese Bedingungen wurden gestellt, um auch in solchen Notfällen, wo im Netz keine normalen Verhältnisse mehr vorliegen, eine schnelle Aushilfe mit Maschinenleistung, also den eigentlichen Zweck einer Augenblicksreserve zu erreichen.

Wie bei jeder derartigen Maschine, auch wenn sie nur für Handsteuerung eingerichtet ist, bleibt unabhängig von der Automatik die Druckölversorgung zur Erhaltung des Steuerdruckes im Windkessel auch bei Stillstand in Tätigkeit, d. h. bei absinkendem Druck schaltet ein Druckrelais den Pumpenmotor bis zur Aufholung des Druckes zu; unterbleibt die Einschaltung und sinkt daher der Druck noch tiefer ab, dann übernimmt eine kleine Freistrahlturbine die Rolle des Ölpumpenmotors. Vom Stillstand aus wickelt sich das Ansteuern zum Generatorbetrieb in großen Zügen folgendermaßen ab:

Zuerst werden die Motoren für die ständige Druck- und Lagerölergänzung sowie für die Kühlwasserversorgung zugeschaltet. Hierauf öffnet der Schieber für die gemeinsame Druckölversorgung und macht dadurch die Steuerventile steuerbereit. Nun öffnet das Absperrgerät vor der Turbine, ein sogenannter Kugelschieber. Ist dieser Schieber ein Stück weit geöffnet, dann wird sofort der Drehzahlverstellmotor am Geschwindigkeitsregler auf Öffnen gesteuert, der Leitapparat der Turbine öffnet sich auf ein erprobtes, durch Endschalter begrenztes Maß, und die Maschine wird mit einer Beschleunigung von etwa 16 U/min/s hochgerissen. Gleichzeitig erregt sich der Generator; bei zwei Maschinen des Kraftwerkes ist zur schnelleren Erregung eine besondere Wicklung auf den Hilfserregern angeordnet, die an die Batteriespannung 220 V angelegt wird. Nach Erreichung einer Drehzahl von etwa 20 % unter Nenndrehzahl schaltet ein Kontakt am Reglerpendel die elektrische Drehzahleinsteuerung zu. Hat der Schlupf auf ein bestimmtes Maß abgenommen, dann tritt selbsttätig das Parallelschaltgerät in Tätigkeit. Im ersten möglichen Augenblick erfolgt mit Berücksichtigung der Schaltereigenzeit die elektrische Befehlsgabe auf den Ölschalter, der den Generator über die Dämpfungsdrossel an das Netz schaltet. Der Generator kann nun von der Warte aus in der üblichen Weise mit Wirk- und Blindleistung belastet werden.

Der Betriebszustand „Phasenschieberbetrieb" wird erreicht, wenn nach dem Anlaufvorgang wie oben beschrieben der Leitapparat der Turbine geschlossen wird. Ferner wird das Saugrohr der Turbine mittels der auf Abb. 1 ersichtlichen Klappe gegen den Ausgleichweiher abgetrennt und durch einen Schieber entwässert, damit das Turbinenlaufrad nicht verlustbringend im Wasser umläuft.

Zum Pumpenbetrieb muß außerdem die Pumpenwelle an die mit Nenndrehzahl umlaufende Generatorturbinenwelle angekuppelt werden. Bei der vorliegenden Kupplung geschieht dies in zwei Abschnitten. Zuerst wird ähnlich wie bei den heute schon vielfach verwendeten Flüssigkeitsgetrieben das Kupplungsgehäuse mit Wasser gefüllt. Unter der Wirkung des entstehenden Wasserkreislaufes setzt sich die Pumpenwelle gleichsinnig mit der Turbinenwelle in Bewegung und wird bei zunehmender Füllung schließlich auf Synchronismus beschleunigt. Nach genügender Verkleinerung des Schlupfes werden die beiden Wellen durch eine mit der Flüssigkeitskupplung vereinigte Zahnkupplung mechanisch miteinander verbunden. Physikalisch ähnelt dieser Vorgang dem Synchronisieren des Generators mit dem Netz. Neben den Einrichtungen zur selbsttätigen Einleitung dieser Vorgänge ist daher auch ein Drehzahlvergleich, allerdings viel gröber eingestellt als beim Generator, erforderlich. Nach dem mechanischen Kuppeln wird das Gehäuse der Kupplung entleert, und die Zahnkupplung übernimmt allein die Übertragung des Drehmomentes. Mit dem Öffnen des Pumpenkugelschiebers sind die selbsttätigen Vorgänge beendet, der Schaltwärter kann darauf von der Warte aus die Leistungsaufnahme der Pumpe nach Bedarf einstellen.

Da die Bewegung der großen und mittleren Absperrgeräte bei den vorliegenden hydraulischen Maschinen und auch die Bewegung des Turbinenleitapparates durchweg mit Öl- und Wasserdruck geschieht, ist die elektrische Betätigung von Steuerventilen eine häufig wiederkehrende Aufgabe der selbsttätigen Steuerung. Mehrfach ist das Vorhandensein von Ölfluß zu den Lagern und die Erreichung bzw. Erhaltung betriebswichtiger Druckzustände zu überwachen. Strömungsanzeiger mit elektrischer Kontaktgabe und Druckmeldeschalter ersetzen hierbei das Auge des Maschinenwärters. Ebenso wichtig für den ordentlichen Ablauf der Steuervorgänge sind Abhängigkeitsschalter, die in den End- oder Zwischenstellungen der Hilfskolben, an den Geräten des Geschwindigkeitsreglers usw. die richtige Ausführung des betreffenden Teilvorganges überwachen. Bei der Aufstellung des Schaltplanes ist die Zusammenarbeit des Elektrotechnikers mit dem Maschinenbauer unerläßlich, weil den Zeitkürzungen und den Überschneidungen der einzelnen Vorgänge hydraulischerseits Grenzen gesetzt sind, und weil neben dem planmäßigen Ablauf alle erdenklichen Zufälle, Versager usw. wie auch alle Zusammenhänge zwischen der Maschine und der übrigen Anlage erwogen und in dem Wirkungsschema ihren Niederschlag finden müssen.

Der eigentliche Aufbau der Steueranlage gliedert sich in zwei Hauptgruppen. Die eine enthält alle Zubehörteile an der Maschine oder solche, die zweckmäßig in der Nähe der Maschine untergebracht werden, die andere, welche hauptsächlich die empfindlicheren elektrischen Steuergeräte enthält, ist in der Nähe der Schaltwarte untergebracht. Wegen der 25 m betragenden Höhe des Maschinensatzes waren ohnedies alle Betätigungsglieder und Überwachungsinstrumente für die Handbedienung des hydraulischen Teiles auf einer Steuertafel im Generatorstockwerk vereinigt worden. Zur bequemen Überwachung der Zustandsänderungen bei Handbetrieb wurde in der

Mitte dieser Tafel ein kleines Leuchtschaltbild angeordnet, welches mittels einfacher Sinnbilder die Verfolgung der wesentlichsten Vorgänge an der Maschine erlaubt. Eine Teilsteuerwalze ermöglicht es, den Ablauf der selbsttätigen Vorgänge zu Prüfzwecken in Teilvorgänge aufzulösen. Diese Walze befindet sich in der Regel in der Nullstellung, hat aber stets den Vorrang vor der Steuerwalze in der Warte. Die mit Überstromrelais ausgerüsteten Fernschalter für die sechs Motoren der Hilfsbetriebe jeder Maschine (Kühlwasser und Öl) sind bei Handbetrieb durch Druckknöpfe von der vorerwähnten Maschinentafel aus schaltbar, bei der Selbststeuerung übernehmen Schütze den Schaltbefehl. Alle auch für den Handbetrieb notwendigen Steuerventile befinden sich auf der Rückseite der Tafel.

Die Weiterbildung der an sich schon örtlich vereinigten Steuerung zur Selbststeuerung bestand darin, daß diese Ventile mit sogenannten Hubmotoren versehen wurden, d. s. nach Art eines Aufbauinstrumentes entwickelte gekapselte Sätze, die einen kleinen Gleichstrommotor mit Hubschnecke zum Anheben und eine Entklinkungsspule zum Senken des Ventils, außerdem Endstellungsmelder und Vorrichtungen für unabhängige Handbetätigung der Ventile enthalten. Solche Hubmotoren sind den Hubmagneten wegen der gleichmäßigen Kraftwirkung vorzuziehen.

Besondere Bedeutung kommt der Zentralklemmleiste zu. An dieser enden die Kabel, welche von der zu jeder Maschine gehörigen Relaistafel bei der Warte kommen. Auf der letzteren sind alle rein elektrischen Apparate, also Schütze zur Verstärkung oder Kontaktvervielfachung, die Zeitrelais und die Apparate zur Synchronisierung und Parallelschaltung untergebracht.

Die Betätigungsspannung für die Selbst- und Fernsteueranlage ist 220 V Gleichstrom. Die Entnahme aus einer Batterie von 378 Ah mit selbsttätiger Überwachung des Ladezustandes gibt Gewähr für die Betriebsbereitschaft der selbsttätigen Steuerung. Durch reichliche Unterteilung in der Absicherung der Stromkreise ist das Auffinden von Fehlern erleichtert.

Wie oben beschrieben, bauen sich die Steuervorgänge vom Stillstand zum Generator-, Phasenschieber- und Pumpbetrieb nach einem ganz bestimmten und keinerlei Abweichung duldenden Plan auf. Ähnlich verhält es sich mit dem Zurücksteuern auf Stillstand oder auf einen in der Reihenfolge vorausgehenden Betriebszustand. Der Betrieb einer Anlage von der Art des Schluchseewerkes verlangt den Übergang von der einen zur anderen Betriebsart verhältnismäßig oft. Daher sind die Rasten der Steuerwalzen in der Warte für die Wahl der jeweils gewünschten Betriebsart eingerichtet (Wählerschalter). Daß zwischen die Rasten „Stillstand" und „Generatorbetrieb" noch eine Rast „Bereitschaft" eingefügt ist, ein Zustand, wobei alle dem Öffnen der Turbine vorausgehenden Vorgänge schon erledigt sind, sei nur nebenbei erwähnt, denn die durch die Selbststeuerung erzielten Anfahrzeiten waren so günstig, daß auf die betriebsmäßige Verwendung dieses Zustandes verzichtet werden konnte.

Aus Raumgründen kann hier nicht die Arbeitsweise der gesamten Automatik im einzelnen beschrieben werden. Ein Teilvorgang, das Öffnen des Turbinenkugelschiebers, ist herausgegriffen und an anderer Stelle dieses Heftes beschrieben[9]). Eine große Zahl von Bedingungen muß erfaßt werden, um das selbsttätige Ansteuern und Zuschalten einer Maschine vollständig sicher zu gestalten; vielfach werden die Abhängigkeiten scheinbar überzählig gemacht, um allen Zufälligkeiten zu begegnen.

Den unmittelbaren Erfolg mit der Selbst- und Fernsteueranlage kann am besten ein Zeitfolgebild veranschaulichen. Dieses (Abb. 4) enthält nur die wesentlichsten Vorgänge beim Ansteuern von Stillstand zum Erzeugerbetrieb und daran anschließend zum Pumpenbetrieb. Wie ersichtlich, gelingt es mit der Automatik, die 32 MVA-Maschine innerhalb 80 s, d. h. in erheblich kürzerer Zeit als gefordert war, hochzufahren und ans Netz zu schalten; in weiteren 130 s wird die Bereitschaft zum Pumpbetrieb hergestellt. Bei Handbedienung ist, selbst wenn mehrere Kräfte sich in die Arbeit teilen, die vier- bis fünffache Zeit erforderlich. Auch kann berichtet werden, daß die selbsttätigen Einrichtungen in der rückliegenden vierjährigen Betriebszeit bei allerdings guter Wartung durch vertrautes Personal sich bestens bewährt haben und daß sie in vielen Fällen für die rechtzeitige Bereitstellung von Leistung oder für die aushilfsweise Übernahme von Überschußstrom im Pumpbetrieb entscheidend gewesen sind. Dazu trägt nicht zuletzt der Umstand bei, daß der elektrische Teil der Automatik, soweit er Handsteuerungen an der Maschine ersetzt, nur aus einer sinnvollen Aneinanderreihung einfacher Schaltvorgänge besteht, die mit den in den letzten 10 Jahren bis zu hoher Vollkommenheit entwickelten Kleinapparaten sicher beherrscht werden. Aber auch die verwickelteren Aufgaben der Synchronisierung und Parallelschaltung[10]) werden mit den heutigen Mitteln der Relaistechnik in einer den rauhen Betriebsanforderungen durchaus entsprechenden Weise gemeistert. Auch eine übersichtliche und zweckmäßige Aufteilung[11]) der Kabel auf den Schalttafeln und Gerüsten ist zur Erzielung der notwendigen Betriebssicherheit vorgenommen worden.

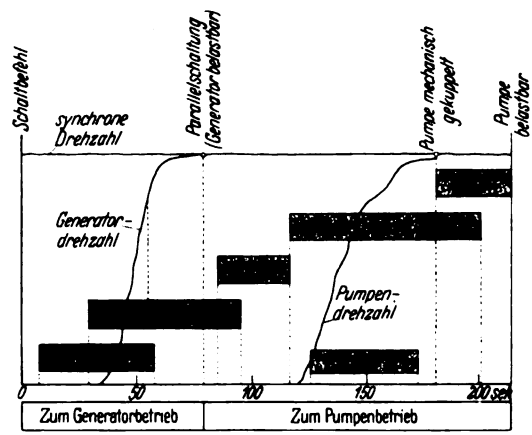


Abb. 4. Zeitfolgeplan der Selbst- und Fernsteuerung; Übergang vom Stillstand zum Generatorbetrieb, anschließend zum Pumpbetrieb.

Der Mehraufwand für die Selbststeuerung ist verhältnismäßig klein, weil nach dem Gesagten handbediente Anlagen solcher Größe aus Sicherheitsgründen schon eine ganze Reihe selbsttätiger Einzelvorgänge von vornherein enthalten. Im vorliegenden Fall haben die Kosten für die Selbst- und Fernsteueranlage einschließlich der Kabel etwa 6 % der Kosten eines vollständigen Maschinensatzes betragen.

Das Kraftwerk Eichholz.

Das 4,2 km talabwärts gelegene Werk Eichholz dient neben der Vergrößerung der Erzeugerleistung zur planmäßigen Bewirtschaftung des Schwarzabeckens. Dieser Ausgleichweiher hat einerseits den natürlichen Zufluß aus dem Einzugsgebiet unterhalb der Schluchseesperre, anderseits das von den Turbinen Häusern verarbeitete Schluchseewasser aufzunehmen. Statt ein Kraftwerk unmittelbar am Fuße der Staumauer des Schwarzabeckens mit einem Gefälle von höchstens 35 m zu erstellen, wurde ein für den weiteren Ausbau bestimmter Stollen 2,9 km weit vorgetrieben und an seinem vorläufigen Ende das Werk angeschlossen, dem ein Gefälle von etwa 130 m zur Verfügung steht.

Das Kraftwerk enthält zwei waagerecht gelagerte Maschinensätze, je bestehend aus einer Francis-Spiralturbine von 17 650 bis 20 000 PS entsprechend 112,5 bis

[9]) Siehe S. 1419 dieses Heftes.

[10]) Siemens-Z. 12 (1932) S. 381 u. 434.
[11]) ETZ 50 (1929) S. 1285.



130,5 m Nutzgefälle und einem unmittelbar gekuppelten Drehstrom-Doppelgenerator von 2 × 8300 kVA Nennleistung bei 10 500 V und 250 U/min. Von den Generatorklemmen wird die erzeugte Energie über fünf Dreileiterkabel ohne zwischenliegende Leistungsschalter zu den 17 MVA-Umspannern der Freiluftanlage geleitet (Abb. 5). Die zwei abgehenden 110 kV-Freileitungen münden in die vom Kraftwerk Häusern abgehenden Leitungen, so daß die erzeugte Energie den Netzen des RWE und des Badenwerkes zufließt. Wie Abb. 5 zeigt, versorgt eine von Häusern ankommende 16 kV-Leitung die Anlage mit Eigenbedarfsstrom.

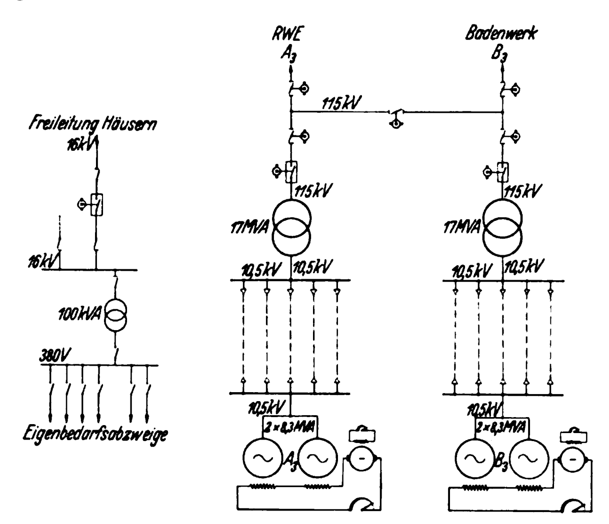


Abb. 5. Schluchseewerk Eichholz, Schema der Schaltanlagen.

Die Zeiten, in denen das Werk Eichholz in Betrieb genommen wird, hängen von einer Reihe von Umständen ab, die im voraus nicht zu übersehen sind. Um eine Inbetriebnahme auch unabhängig von der Anwesenheit eines Maschinenwärters in Eichholz sicherzustellen, wurden die beiden Maschinen mit Einschluß des gemeinsamen Ölpumpensatzes für Fernsteuerung von der Warte Häusern aus eingerichtet. Zum Unterschied von der Selbststeuerung Häusern, bei der es in erster Linie auf Beschleunigung der Anlaßvorgänge ankam, sind hier die Steuervorgänge, beginnend vom Einsatz der Ölpumpen, endigend mit der Parallelschaltung des Generators, in Gruppen zerlegt, welche einzeln von einer Tafel in der Warte Häusern mittels 48 V-Synchronwählern[12]) aufgewählt und von der gleichen Stelle aus durch Druckknopfschaltung ausgelöst werden. Je ein 48/110 V-Relais in Eichholz bewirkt dann die selbsttätige Durchführung aller zu der jeweiligen Steuergruppe gehörigen Vorgänge. Innerhalb der Maschinenanlage Eichholz sind deshalb die zu einer solchen Gruppe zusammengefaßten Vorgänge wiederum hydraulisch-elektrisch selbständig gemacht, ähnlich wie in Häusern. Es genügen also, um ein Beispiel herauszugreifen, ein Aufwählen und eine Druckknopfschaltung, und das Öffnen oder Schließen des Turbinenschiebers vollzieht sich selbsttätig. Durch Einordnung der Betätigungsschalter und Druckknöpfe in ein Blindschema mit Rückmeldelampen ist dem Schaltwärter die Einhaltung der richtigen Reihenfolge, die durch entsprechende Verriegelungen ohnehin erzwungen wird, erleichtert. Das Parallelschalten als letzte Steuergruppe zum Anlaßvorgang besorgt ein Synchronisator, sobald die Turbine auf Nenndrehzahl hochgefahren ist, ohne weiteres Hinzutun. Der Generator kann hierauf von Häusern durch Fernverstellung der bekannten Geräte nach Bedarf belastet werden.

Leuchtschilder auf der Fernsteuertafel in Häusern unterrichten jederzeit über die Betriebsbereitschaft der Anlage, Wechsellampen über etwa während des Betriebes eintretende Zustandsänderungen. In beiden Fällen wird der Wärter durch ein Hupensignal veranlaßt, die Meldung zu bestätigen. Die im Betriebe unmittelbar gebrauchten Meßgrößen werden ebenfalls auf die Fernsteuertafel in Häusern übertragen.

Die Übertragung für die gesamte Fernsteuerung einschließlich der Rückmeldungen und der Fernmessung erfolgt über 40 Adern eines in der Talstraße zwischen beiden Kraftwerken verlegten Kabels. Es hätte an sich genügt, im Schwachstromteil eine beiden Maschinen gemeinsame Einrichtung zu schaffen. Zur Wahrung der Unabhängigkeit und wegen der Auswechselbarkeit in Störungsfällen wurden gesonderte Einrichtungen eingebaut.

Auch für die Anlage Eichholz ist eine Störungsmeldeanlage geschaffen, deren Einzelmeldungen ähnlich wie in Häusern auf einer Tafel der Warte des Kraftwerkes Eichholz erscheinen. Das Ansprechen irgendeiner Meldung dieser Anlage wird gemeinsam durch je ein Zeichen für die beiden Maschinen auf die Fernsteuertafel nach Häusern gegeben, damit der dortige Schaltwärter sich sofort mit dem einzigen Bedienungsmann in Eichholz über die notwendigen Maßnahmen verständigen kann.

[12]) AEG-Mitt. (1929) H. 3, S. 115.

Zusammenfassung.

Nach einleitenden Bemerkungen über die Art der Wasserkraftnutzung und über die energiewirtschaftliche Aufgabe des Werkes wird die Leistungsfähigkeit der Gesamtanlage besprochen und ihre Bedeutung als Augenblicksreserve hervorgehoben. Die wichtigsten elektrischen Betriebsmittel des Werkes Häusern werden von der Maschinenanlage ausgehend beschrieben und hierbei der Zusammenhang des Werkes mit den Netzen des RWE und des Badenwerks gezeigt. Unter den Maßnahmen zur Erhöhung der Betriebsbereitschaft und der Schnelligkeit des Maschineneinsatzes spielt eine Hauptrolle die Selbst- und Fernsteueranlage, deren Aufbau und Wirkungsweise näher behandelt, im Ergebnis an Hand eines Zeitfolgebildes auch zahlenmäßig erläutert werden. Die anschließende Besprechung des bedienungsarmen Kraftwerks Eichholz enthält neben den wichtigsten Angaben über Betriebsweise, Art und Größenverhältnisse seiner Maschinen und Schalteinrichtungen eine Beschreibung der Fernsteueranlage, deren Unterschied gegenüber der Selbst- und Fernsteueranlage Häusern aufgezeigt und begründet wird.

Elektrostatische Tonfrequenzmaschine.

621. 319. 43 : 621. 313. 12. 029. 3

Die Klangsynthese hat neuerdings z. B. bei der Untersuchung der Gesetzmäßigkeiten, nach welchen das Ohr die Lautstärke von Klängen bildet, wieder eine erhöhte Bedeutung gewonnen. Nachdem kürzlich schon Fletcher und Munson[1]) eine mit tonfrequent unterbrochenen und photoelektrisch umgesetzten Lichtstrahlen arbeitende Maschine gebaut hatten, welche einen Grundton und zehn Obertöne von einstellbarer Amplitude lieferte, wird jetzt von Kurtz und Larsen[2]) ein besonders vollkommenes Gerät dieser Art beschrieben, welches periodisch veränderliche Kondensatoren benutzt und 16 Harmonische erzeugt. Auf einer gemeinsamen Welle sind mehrere Stahlscheiben angeordnet, auf deren Oberfläche über eine isolierende Zwischenschicht eine den Frequenzen entsprechende Anzahl von Metallsektoren aufgeklebt ist. Diese Sektoren bilden die eine Kondensatorbelegung; ihr Potential ist über Schleifringe beliebig einstellbar und bestimmt die Amplitude der erzeugten Teiltöne. Dicht vor den umlaufenden Sektoren steht die feste Belegung, deren Form für sinusförmige Kapazitätsänderungen berechnet wurde. Sie ist auf einen Halter aufgeklebt, der um die Achse der Anordnung so weit gedreht werden kann, daß auch die Phase der Teiltöne zwischen 0 und 360° einzustellen ist. Die feste Belegung wird wie die Elektrode eines Kondensatormikrophons mit dem Eingang eines Verstärkers verbunden. *Tg.*

[1]) Fletcher und Munson, Bell Syst. Techn. J. 12 (1933) S. 377.
[2]) E. B. Kurtz u. M. J. Larsen, Electr. Engng. 54 (1935) S. 950.

Die Belastung des Netzes durch elektrische Schweißeinrichtungen.

Von Dr.-Ing. H. Wilbert VDE, Berlin.

621. 311. 153 : 621. 367

Übersicht. An Hand von oszillographischen Aufnahmen wird gezeigt, wie Schweißumformer, an Hand von Berechnungen, wie Schweißtransformatoren das Netz belasten. Dabei interessieren wegen der auftretenden Unsymmetrie besonders die Lichtbogen-Schweißtransformatoren. Die bekannten Vorschläge mit dem Ziele, diese Unsymmetrie zu mindern, werden eingehend gewürdigt.

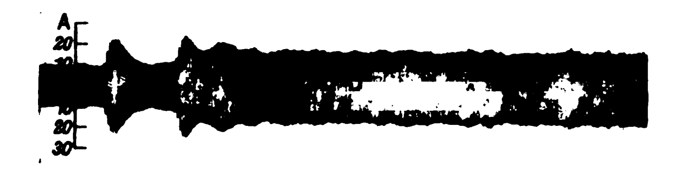
I. Einleitung.

In erster Linie haben sich bislang größere Industriebetriebe die Vorteile des elektrischen Schweißens als Fertigungsverfahren zunutze gemacht. Diesen Betrieben bereitet der Anschluß der notwendigen Maschinen und Geräte an die vorhandenen Netze durchweg keinerlei Schwierigkeiten, selbst dann nicht, wenn es sich beispielsweise um große Stumpfschweißmaschinen mit starken einphasigen Belastungsstößen handelt.

Seit einiger Zeit beginnen die mittleren und kleineren Betriebe, so die einzelnen Handwerksmeister, ebenfalls elektrisch zu schweißen. Da sie in der Regel nur über geringe Netzleistungen verfügen und auf fremde Stromlieferer angewiesen sind, gewinnt bei ihnen die Frage nach dem elektrischen Anschlußwert einer Schweißeinrichtung erheblich an Bedeutung. Sie müssen sich nach den Vorbehalten der Elektrizitätswerke richten, und diese müssen sich von Fall zu Fall darüber klar werden, welche Beanspruchung des Netzes die in Betracht gezogene Maschine hervorruft, um zu entscheiden, ob sie den Anschluß zulassen sollen oder nicht. Die Verhältnisse liegen ganz verschieden bei Lichtbogen-Schweißumformern, -transformatoren und Widerstandschweißmaschinen.

II. Schweißumformer.

Bei den Schweißumformern ist die Sachlage die gleiche wie beim Anschluß von Elektromotoren überhaupt. Die Nennleistung bewegt sich in der Hauptsache zwischen 4



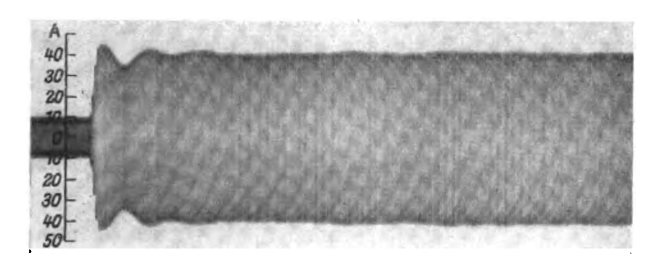


Abb. 1. Schreibstreifen der Stromaufnahme eines Schweißumformers bei mittlerer und höchster Belastung.

und 12 kW. Mit Rücksicht auf die Beschränkung des Anlaufstromes in kleineren Netzen und im Interesse einer einheitlichen Serienherstellung werden durchweg sämtliche Umformer mit Sterndreieckschaltern ausgerüstet. Wichtig ist, daß die Maschinen stets leer anlaufen. Der Betrieb selbst schwankt dauernd zwischen Leerlauf und Kurzschluß des Generators, je nachdem, ob der Lichtbogen abgerissen ist, neu gezündet oder gehalten wird. Die Netzbelastung ist schließlich noch abhängig von der Stromstärke, mit der geschweißt wird.

Am einfachsten läßt sich die Belastung des Netzes durch Schweißumformer an Hand von Schreibstreifen überblicken. Abb. 1 zeigt derartige Messungen an einem Umformer mit einem Motor von 11 kW Nennleistung, der einmal mit mittlerer und dann mit höchster Schweißstromstärke betrieben wurde.

III. Schweißtransformatoren.

a) Einphasenanschluß.

Bei den Schweißtransformatoren ergeben sich ganz andere Anschlußverhältnisse. Das einfache Schaltbild eines Lichtbogen-Schweißtransformators zeigt Abb. 2. Die aufgebaute Drossel macht die Sekundärspule kurzschlußsicher und ermöglicht die Regelung des Schweißstromes durch Kernverschiebung. Wird dieser Transformator an zwei Außenleiter eines Drehstromnetzes angeschlossen, so erhält man eine unsymmetrische Belastung, deren Größe mit Hilfe des Vektordiagrammes Abb. 3 leicht zu bestimmen ist.

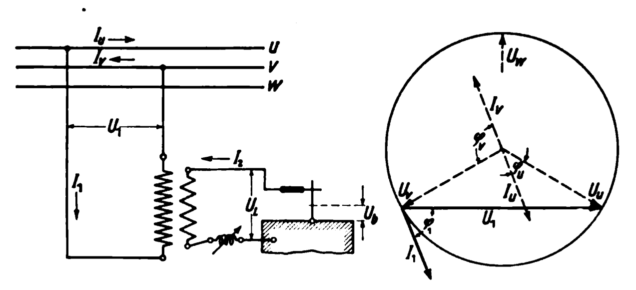


Abb. 2. Schaltung eines Lichtbogen-Schweißtransformators mit Regeldrossel.

Abb. 3. Vektordiagramm des Transformators nach Abb. 2.

Um dieses Diagramm zeichnen zu können, muß man zunächst die Phasenverschiebung des Primärstromes I_1 gegenüber der verketteten Spannung U_1 kennen. Nach der Gleichung

$$\cos\varphi_1 = \frac{L_{1w}}{L_{1s}} = \frac{I_2\,U_b}{I_2\,U_L} = \frac{U_b}{U_L} \tag{1}$$

ergibt sich bekanntlich der Leistungsfaktor aus dem Verhältnis von Lichtbogenspannung U_b zu Leerlaufspannung U_L. Der Winkel φ_1 ist nicht allein bestimmend für die jeweils vom Netz abzugebende Scheinleistung L_{1s}, er beeinflußt auch die Größe der Winkel φ_u und φ_v und damit die Verteilung von Wirk- und Blindlast auf die beiden Phasen u und v des das Netz speisenden Generators, dessen dritte Phase von dem Anschluß des Schweißtransformators unberührt bleibt. Es ist:

$$\varphi_u = \varphi_1 - 30^\circ; \quad \varphi_v = \varphi_1 + 30^\circ \tag{2}$$

$$I_1 = I_u = I_v \tag{3}$$

$$L_{uw} = U_u\,I_u \cos\varphi_u; \quad L_{vw} = U_v\,I_v \cos\varphi_v \tag{4}$$

$$L_{uB} = U_u\,I_u \sin\varphi_u; \quad L_{vB} = U_v\,I_v \sin\varphi_v \tag{5}$$

Nehmen wir ein **Beispiel:**

$U_1 = 220$ V, $U_b = 25$ V, $U_L = 70$ V, $I_2 = 200$ A.

Dann ist:

$$\cos\varphi_1 = \frac{25}{70} = 0{,}36 \quad \varphi_1 = 69{,}1^\circ \quad \sin\varphi_1 = 0{,}937 \tag{1a}$$

$$\varphi_u = 39{,}1^\circ; \quad \varphi_v = 99{,}1^\circ \tag{2a}$$



$$I_1 = \frac{U_L}{U_1} I_2 = \frac{70}{220} \cdot 200 = 63{,}6\ \text{A} = I_u = I_v \qquad (3\text{a})$$

$$L_{1w} = 220 \cdot 63{,}6 \cdot 0{,}36 = 5\ \text{kW},$$

$$L_{1B} = 220 \cdot 63{,}6 \cdot 0{,}937 = 13{,}1\ \text{kVA}$$

$$L_{1s} = 220 \cdot 63{,}3 = 14\ \text{kVA}$$

$$\left.\begin{array}{l} L_{vw} = 126 \cdot 63{,}6 \cdot (-0{,}156) = -1{,}25\ \text{kW} \\ L_{uw} = 126 \cdot 63{,}6 \cdot 0{,}78 = 6{,}25\ \text{kW} \end{array}\right\} L_{1w} = 5\ \text{kW} \qquad (4\text{a})$$

$$\left.\begin{array}{l} L_{uB} = 126 \cdot 63{,}6 \cdot 0{,}635 = 5{,}1\ \text{kVA} \\ L_{vB} = 126 \cdot 63{,}6 \cdot 0{,}99 = 8\ \text{kVA} \end{array}\right\} L_{1B} = 13{,}1\ \text{kVA} \qquad (5\text{a})$$

Beim Anschluß eines normalen Schweißtransformators verteilt sich die Wirk- und Blindlast nicht gleichmäßig auf zwei Phasen. Die Verteilung hängt vom Leistungsfaktor ab.

b) Dreiphasenanschluß.

Die ungünstige Belastung des Netzes durch normale Schweißtransformatoren hat man durch dreiphasigen Anschluß nach der V- oder Spannungsteilerschaltung zu verbessern versucht, Abb. 4 und 6. Auf den ersten Blick

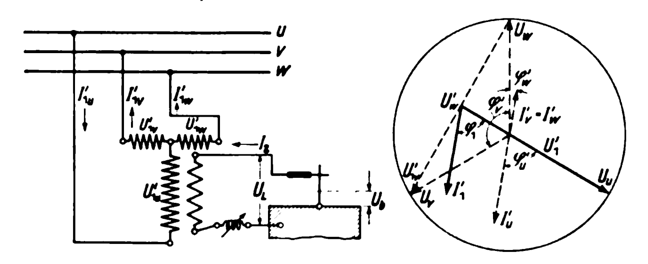


Abb. 4. Spannungsteilerschaltung eines Lichtbogen-Schweißtransformators. Abb. 5. Vektordiagramm eines Transformators nach Abb. 4.

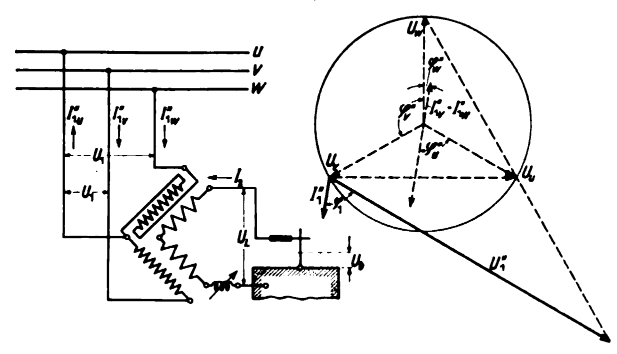


Abb. 6. V-Schaltung eines Lichtbogen-Schweißtransformators. Abb. 7. Vektordiagramm eines Transformators nach Abb. 6.

scheint es so, als ob diese Anschlußart die unsymmetrische Belastung des Netzes wesentlich verbesserte. Wie aus den Vektordiagrammen Abb. 5 und 7 ersichtlich, ergibt sich eine Stromverteilung im Verhältnis 1 : 2 : 1 auf alle drei Phasen. Berechnet man aber die Größe der einzelnen Phasenströme und die Phasenleistungen, so ergibt sich folgendes Bild:

Bei der Spannungsteilerschaltung sind die Spannungen an den drei Teilwicklungen der Primärwicklung des Transformators:

$$U_1' = \frac{U_1}{2}\sqrt{3} = U_{1u}'; \quad U_{1v}' = \frac{U_1}{2}; \quad U_{1w}' = \frac{U_1}{2}$$

Im Diagramm erkennt man:

$$\varphi_u' = \varphi_1; \quad \varphi_v' = \varphi_1 + 60°; \quad \varphi_w' = \varphi_1 - 60°.$$

Soll nun der Transformator dieselbe Schweißleistung aufweisen wie der entsprechende Einphasentransformator, so muß sein:

$$L_{1s} = U_1' I_1' = U_1 \frac{\sqrt{3}}{2} I_1' = U_1 I_1$$

$$I_1' = I_1 \frac{2}{\sqrt{3}} = 1{,}16\, I_1 = I_u'; \quad I_v' = I_w' = \frac{I_1'}{2} = 0{,}58\, I_1.$$

Beim Spannungsteileranschluß verteilt sich zwar der Strom wie 1:2:1 auf die drei Phasen, in der einen aber ist er 16% größer als beim normalen Zweiphasenanschluß.

Berechnet man die Verteilung der Wirk- und Blindlast unter Zugrundelegung desselben Zahlenbeispiels wie vorher auf die drei Generatorphasen u, v, w, so wird das Bild noch deutlicher. Es sind:

$$\cos\varphi_1 = 0{,}36; \quad \varphi_1 = 69{,}1° \qquad (1\text{b})$$

$$\varphi_u' = 69{,}1°; \quad \varphi_v' = 129{,}1°; \quad \varphi_w' = 9{,}1° \qquad (2\text{b})$$

$$I_1 = I_u' = 74\ \text{A}; \quad I_v' = 37\ \text{A}; \quad I_w' = 37\ \text{A} \qquad (3\text{b})$$

$$\left.\begin{array}{l} L_{uw} = 3{,}35\ \text{kW} \\ L_{vw} = -2{,}96\ \text{kW} \\ L_{ww} = 4{,}61\ \text{kW} \end{array}\right\} L_{1w} = 5\ \text{kW} \qquad (4\text{b})$$

$$\left.\begin{array}{l} L_{uB} = 8{,}85\ \text{kVA} \\ L_{vB} = 3{,}70\ \text{kVA} \\ L_{wB} = 0{,}55\ \text{kVA} \end{array}\right\} L_{1B} = 13{,}1\ \text{kVA}. \qquad (5\text{b})$$

Das Ergebnis des Dreiphasenanschlusses nach der Spannungsteilerschaltung ist also folgendes: Der Strom einer Phase wird um 16% höher als beim normalen Dreiphasenanschluß. Die erforderliche Blindlast wird bei der in Betracht kommenden Größenordnung des Leistungsfaktors nach wie vor praktisch nur von zwei Phasen geliefert.

Dasselbe Bild ergibt sich für den dreiphasigen Anschluß nach der V-Schaltung, Abb. 6. Die beiden Teilwicklungen der Primärseite des Transformators liegen an der verketteten Spannung U_1. Da sie gegeneinander geschaltet sind, ist die resultierende Spannung nach dem Diagramm Abb. 7:

$$U_1'' = \sqrt{3}\ U_1.$$

Ferner ist:

$$L_{1s} = U_1'' I_1'' = U_1 \sqrt{3}\ I_1'' = U_1 I_1,$$

somit

$$I_1'' = \frac{I_1}{\sqrt{3}} = 0{,}58\, I_1 = I_{1v}'' = I_{1w}''$$

und

$$I_{1u}'' = \frac{2}{\sqrt{3}} I_1 = 1{,}16\, I_1.$$

Weiter ist:

$$\cos\varphi_1 = \frac{U_b}{U_L}; \quad \varphi_u'' = \varphi_1; \quad \varphi_v'' = \varphi_1 + 60°; \quad \varphi_w'' = \varphi_1 - 60°.$$

Es kommen also dieselben Werte heraus wie bei der Spannungsteilerschaltung.

Bei der Scottschen Schaltung, Abb. 8, ist nach dem Diagramm Abb. 9 die der Sekundärspannung U_L entsprechende resultierende Primärspannung gleich der geo-

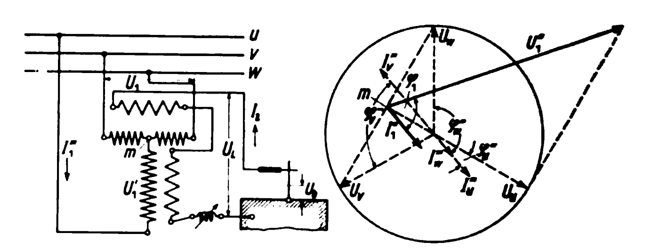


Abb. 8. Scott-Schaltung eines Lichtbogen-Schweißtransformators. Abb. 9. Vektordiagramm eines Transformators nach Abb. 8.

metrischen Summe von U_1 und U'_1. Der Primärstrom I_1''' fließt durch die Phase u weiter in Richtung des Stromes der Phase v und entgegengesetzt der Richtung des Stromes der Phase w. Außerdem aber fließt durch die Phasen v und w entgegengesetzt zu I_2 der Strom I_1''' so daß die end-

gültigen Ströme sich aus der Überlagerung von I_1''' und + bzw. — ½ I_1''' ergeben. Es ist also:

$$U_1''' = U_1 \hat{+} U_1' = U_1 \hat{+} \frac{1}{2}\sqrt{3}\,U_1 = \frac{\sqrt{7}}{2}\,U_1 = 1{,}32 \cdot U_1$$

$$L_{1s} = U_1''' I_1''' = 1{,}32\,U_1 I_1''' = U_1 I_1$$

$$I_1''' = \frac{I_1}{1{,}32} = I_{1u}''' = 0{,}76\,I_1$$

$$I_{1v}''' = I_1''' + \frac{I_1'''}{2} = \frac{3}{2} I_1''' = \frac{3}{2}\,\frac{I_1}{1{,}32} = 1{,}14\,I_1$$

$$I_{1w}''' = I_1''' - \frac{I_1'''}{2} = \frac{1}{2}\,\frac{I_1}{1{,}32} = 0{,}38\,I_1$$

$$\operatorname{tg}\varphi_x = \frac{U_1}{U_1'} = \frac{U_1}{\frac{1}{2}\sqrt{3}\,U_1} = \frac{2}{3}\sqrt{3}\,; \quad \varphi_x = 49{,}1^\circ$$

$$\varphi_u''' = \varphi_1 - 49{,}1^\circ; \quad \varphi_v''' = \varphi_1 + 10{,}9^\circ; \quad \varphi_w''' = \varphi_1 + 70{,}9^\circ.$$

Bei der Scott-Schaltung verteilen sich also die Ströme im Verhältnis 1:2:3, wobei der größte um 14% über dem bei normalem Zweiphasenanschluß liegt. Der Anteil der einzelnen Phasen an der Gesamt-(Wirk-) und Blindleistung ist sehr verschieden.

Damit sind alle Möglichkeiten eines Dreiphasenanschlusses praktisch erschöpft. Wie man sieht, werden die Anschlußwerte eher verschlechtert als verbessert. Theoretisch kommt noch die Stern-Dreieck-Schaltung nach Abb. 10 in Frage, bei der sich die Grundspannungen gegenseitig aufheben und die dritte Oberwelle stärker ausgebildet wird. Praktisch ist dieser Lösung wegen der schlechten Ausnutzung des Transformators bisher noch keine Bedeutung zugekommen.

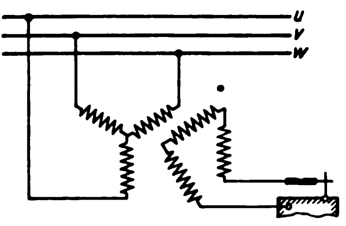


Abb. 10. Stern-Dreieck-Schaltung eines Lichtbogen-Schweißtransformators.

verkleinert sich auch der Anschlußwert wesentlich. Wie aus dem Diagramm Abb. 12 hervorgeht, steht der Strom des Kondensators senkrecht zur Netzspannung und ist vektoriell von dem eigentlichen Primärstrom des Transformators abzuziehen. Dadurch wird der ursprüngliche Leistungsfaktor $\cos\varphi_1$ auf $\cos\varphi_{1c}$ verbessert. Der Anschlußwert sinkt dadurch auf

$$L_{1sc} = \frac{L_{1w}}{\cos\varphi_{1c}}\,,$$

die Blindleistung fällt auf $L_{1Bc} = L_{1sc}\sin\varphi_{1c}$.

Die Leistung des Kondensators beträgt $L_c = L_{1B} - L_{1Bc}$

der Kondensatorstrom $I_c = \frac{L_c}{U_1}$.

Ferner ist wiederum $\varphi_v = \varphi_{1c} + 30^\circ$ und $\varphi_u = \varphi_{1c} - 30^\circ$.

Die Scheinleistung ist im Verhältnis von $\cos\varphi_1$ zu $\cos\varphi_{1c}$ gesunken, d. h. bei einer Verbesserung des Leistungsfaktors auf $\cos\varphi_{1c} = 0{,}7$ an Stelle $\cos\varphi_1 = 0{,}36$ wird der Anschlußwert praktisch auf die Hälfte zurückgehen. Es wird nach dem früheren Beispiel:

$$\cos\varphi_{1c} = 0{,}7\,; \quad \varphi_{1c} = 45^\circ\,; \quad \sin\varphi_{1c} = 0{,}7 \qquad (1e)$$

$$\varphi_u = 15^\circ; \; \varphi_v = 75^\circ \qquad (2e)$$

$$L_{1sc} = \frac{5}{0{,}7} = 7{,}15\,\text{kVA}\,; \quad L_{1Bc} = 7{,}15 \cdot 0{,}7 = 5\,\text{kVA}$$

$$L_c = 13{,}1 - 5 = 8{,}1\,\text{kVA}\,; \quad I_c = \frac{8{,}1}{220} = 37\,\text{A}$$

$$I_1 = \frac{7{,}15}{220} = 32{,}5\,\text{A} = I_u = I_v \qquad (3e)$$

$$\left.\begin{aligned} L_{uw} &= 126 \cdot 32{,}5 \cdot 0{,}97 = 3{,}95 \\ L_{vw} &= 126 \cdot 32{,}5 \cdot 0{,}26 = 1{,}05 \end{aligned}\right\} L_{1w} = 5\,\text{kW} \qquad (4e)$$

$$\left.\begin{aligned} L_{uB} &= 126 \cdot 32{,}5 \cdot 0{,}26 = 1{,}05 \\ L_{vB} &= 126 \cdot 32{,}5 \cdot 0{,}97 = 3{,}95 \end{aligned}\right\} L_{1B} = 5\,\text{kVA} \qquad (5e)$$

Das einzige Mittel, die Anschlußwerte von Schweißtransformatoren zu verbessern, bleibt also praktisch der Kondensator (siehe auch Tafel 1). Bei einem Leistungsfaktor $\cos\varphi = 1$ fällt jegliche Blindleistung des Netzes fort, und außerdem wird die entnommene Wirkleistung gleichmäßig auf beide Phasen verteilt.

Zahlentafel 1. Die Werte der Primärseite eines Lichtbogen-Schweißtransformators bei 200 A Schweißstrom, 25 V Lichtbogen-, 70 V Leerlaufspannung und verschiedenen Anschlußmöglichkeiten.

	Amp.			kW			kVA		
	I_{1u}	I_{1v}	I_{1w}	L_{uw}	L_{vw}	L_{ww}	L_{uB}	L_{vB}	L_{wB}
Einphasenschaltung	63,6	63,6	—	—1,25	6,25	—	8,0	4,76	—
Spannungsteilerschaltung	74	37	37	3,35	—2,96	4,61	8,85	3,70	0,55
V-Schaltung	74	37	37	3,35	—2,96	4,61	8,85	3,70	0,55
Scott-Schaltung	48,2	72,3	24,1	5,75	1,60	—2,35	2,05	9,10	1,95
mit Kondensator $\cos\varphi = 0{,}7$	32,5	32,5	—	3,95	1,05	—	1,05	3,95	—
mit Kondensator $\cos\varphi = 1$	22,5	22,5	—	2,5	2,5	—	—	—	—

c) Der Einfluß von Kondensatoren.

Wenn der Leistungsfaktor eines Schweißtransformators mit Hilfe von Kondensatoren verbessert wird, Abb. 11,

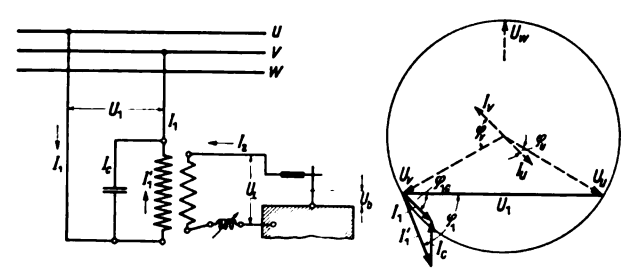


Abb. 11. Schaltung eines Lichtbogen-Schweißtransformators mit Kondensator.

Abb. 13. Vektordiagramm eines Transformators nach Abb. 11.

In dieser Hinsicht ist von Bedeutung, daß dem Transformator entsprechend seinem Regelbereich ganz verschiedene Leistungen entnommen werden können, während die Kompensationsleistung des Kondensators konstant ist. Der Leistungsfaktor eines kompensierten Transformators hängt also noch von der Schweißstromstärke ab. Diesen Zusammenhang zeigt das Diagramm Abb. 13. Auf der Abszisse ist der Schweißstrom des Transfor-

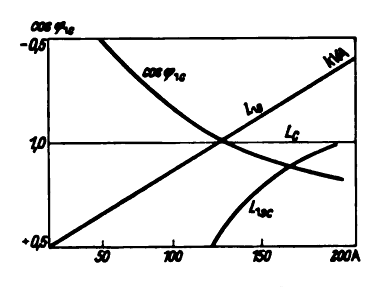


Abb. 13. Abhängigkeit des Leistungsfaktors von der Belastung.

mators bei verschiedenen Reglerstellungen aufgetragen, auf der Ordinate die jeweilige Blindleistung ohne Kondensator. Dann erhält man eine Gerade durch den Nullpunkt. Legt man nun parallel zur Abszisse eine Gerade im Abstande der Leistung des vorgesehenen Kondensators, so gibt der Schnittpunkt dieser beiden Geraden diejenige Stromstärke an, bei der der Leistungsfaktor $\cos\varphi_{1c} = 1$ wird. Die Werte des Leistungsfaktors bei den übrigen Belastungen liegen auf einer Kurve nach der Gleichung:

$$\cos\varphi_{1c} = L_{1w}/L_{1sc}.$$

Dabei bedeutet L_{1sc} die geometrische Subtraktion der Leistung des Kondensators von der Scheinleistung des Transformators. Die Kurve der Scheinleistung L_{1sc} des kompensierten Transformators ist ebenfalls eingetragen. Man erkennt, daß zu jedem Transformator mit einem bestimmten Kondensator und Regelbereich zwangsläufig ein entsprechender Änderungsbereich des Leistungsfaktors gehört.

IV. Widerstandsschweißmaschinen.

Bei Widerstandsschweißmaschinen wird die Energie ebenfalls mittels eines Einphasentransformators dem Netz entnommen. Ist nur Gleichstrom vorhanden, so muß ein Motorgenerator, bestehend aus Gleichstrommotor und Einphasengenerator, vorgeschaltet werden. In diesem Falle ist ohne weiteres die gleichmäßige Belastung des Netzes gewährleistet. Für Drehstromnetze gelten in der Hauptsache die gleichen Überlegungen wie bei den Lichtbogentransformatoren. Da die Sekundärwicklung des Schweißtransformators aus einer einzigen zylindrischen Spule besteht, die sich nicht aufteilen läßt, kann rein technisch ein sogenannter Dreiphasenanschluß überhaupt nur in der Spannungsteilerschaltung verwirklicht werden.

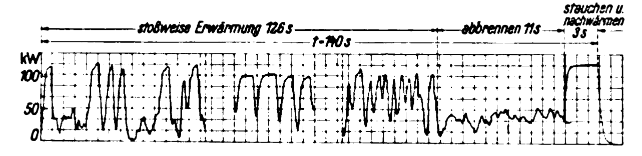
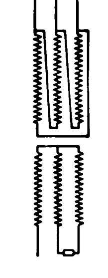


Abb. 14. Belastungsschaubild einer Stumpfschweißmaschine.

Nun hat aber, wie gezeigt, der sogenannte Dreiphasenanschluß von Schweißtransformatoren keinen Zweck. Was bringt nun die Verwendung von Kondensatoren? Das hängt von dem Leistungsfaktor der Widerstandsschweißmaschine ab. Er liegt im Mittel zwischen 0,6 und 0,8, ist also im Vergleich zu dem von Lichtbogentransformatoren gut. Daraus folgt, daß der Verwendung von Kondensatoren bei Widerstandsschweißmaschinen nicht die Bedeutung zukommt wie bei Lichtbogentransformatoren. Zu beachten bleibt aber, daß selbst bei mittleren Widerstandsschweißmaschinen die Leistung des Transformators für den Anschluß an normale Niederspannungsnetze der Elektrizitätswerke verhältnismäßig hoch ist. Daher werden in der Praxis meist nur kleinere Maschinen zugelassen werden. Sie genügen auch im allgemeinen für die Bedürfnisse kleiner Betriebe.


Abb. 15. Zwischentransformator in Δ/λ-Schaltung mit offener Phase.

Bei größeren Maschinen, insbesondere den großen Stumpfschweißmaschinen mit Leistungen bis zu 700 und 800 kVA und starken aufeinanderfolgenden Stößen (Abb. 14) sind selbst die Großbetriebe in der Regel gezwungen, den Anschluß über einen Zwischentransformator an das Hochspannungsnetz vorzusehen. Als Zwischentransformator kommen zunächst gewöhnliche Einphasentransformatoren von der Dauerleistung des in die Schweißmaschine eingebauten Transformators in Betracht. Da ein Einphasentransformator im Gegensatz zu einem Drehstromtransformator aber praktisch niemals mehr für einen anderen Zweck verwendet werden kann, wird ihm meist doch ein Drehstromtransformator in Dreieck-Stern-Schaltung mit einer unbelasteten Phase auf der Sekundärseite vorgezogen (Abb. 15). Er muß für eine Leistung von $\sqrt{3}\,N$ bemessen werden, wenn N die Leistung des Transformators der Stumpfschweißmaschine bedeutet. Der auf der Hochspannungsseite fließende Strom verteilt sich naturgemäß im Verhältnis 1 : 2 : 1 auf die drei Phasen. In dieser Anordnung sind die meisten großen Stumpfschweißmaschinen an Hochspannungsnetze angeschlossen und haben trotz anfangs gehegter Befürchtungen niemals irgendwelche Störungen hervorgerufen.

Zusammenfassung.

Der sogenannte Dreiphasenanschluß hat weder bei Lichtbogen- noch bei Widerstands-Schweißtransformatoren einen Sinn. Kondensatoren können bei Lichtbogentransformatoren mit Vorteil verwendet werden. Allerdings muß man sich mit einer mäßigen Kompensation bei den oberen Regelstufen begnügen, weil sonst eine zu große Voreilung im Leerlauf in Kauf genommen werden muß und für die Anschlußleistung bei der erforderlichen Größe des Kondensators nichts gewonnen würde[1]). Bei Widerstandsschweißmaschinen ist der Vorteil eines großen Kondensators gering. Größere Widerstandsschweißmaschinen werden zweckmäßig über einen Zwischentransformator an ein Hochspannungsnetz angeschlossen.

[1]) Meller: Elektrische Lichtbogenschweißung, 2. Aufl., S. 50 u. 51; Leipzig: S. Hirzel 1932.

Messehefte 1936 der ETZ.

Am 1. 3. 1936 beginnt in Leipzig die Frühjahrsmesse, die größte und wirkungsvollste Schau dessen, was die deutsche Industrie zu leisten vermag. Zahllose in- und ausländische Besucher werden wieder die Gelegenheit wahrnehmen, sich über die Fortschritte zu unterrichten und Geschäfte abzuschließen. Die über die ganze Industrie schlechthin verzweigte Elektrotechnik tritt auch in Leipzig stets machtvoll in Erscheinung, zumal in der geschlossenen Schau im „Haus der Elektrotechnik". Zur Messe erscheinen wie im Vorjahr zwei „Messehefte" der ETZ; sie sollen die Übersicht erleichtern helfen, auf besonders gute und erfolgreiche technische Lösungen hinweisen und so zur Sicherung des Messeerfolges beitragen.

Wer also über ein wichtiges Erzeugnis seiner Fabrikation etwas mitzuteilen wünscht, der sende einen kleinen Originalbericht (nicht Prospekte oder eine Aufzählung der ausgestellten Gegenstände) möglichst bald an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus. Die Berichte müssen aber bis spätestens 16. 1. 1936 im Besitz der ETZ sein.

Das **Gesetz zur Förderung der Energiewirtschaft**
(Energiewirtschaftsgesetz) vom 13. Dezember 1935

ist im Reichsgesetzblatt, Teil 1, vom 16. 12. 1935, die offiziöse Begründung im nichtamtlichen Teil des Deutschen Reichsanzeigers und Preußischen Staatsanzeigers Nr. 293 vom 16. 12. 1935 erschienen.

Das Gesetz sowie die Begründung werden in Heft 1 der ETZ 1936 im Wortlaut veröffentlicht.



RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 315. 14. 017. 1 **Koronaverluste bei Erdschluß.** — Tritt an einer Hochspannungsleitung Erdschluß auf, so steigt die Feldstärke an den beiden nicht betroffenen Leitern an, so daß an der vorher koronafreien Leitung nach Eintreten des Erdschlusses erhebliche Koronaverluste auftreten können. Die dadurch hervorgerufene starke Wirkkomponente im Ladestrom, die über die Erdschlußstelle fließt, erschwert die Löschung des Lichtbogens mit den bekannten Hilfsmitteln, wie z. B. der Petersen-Spule. Die durch Erdschluß erhöhten Koronaverluste wurden von J. S. Carroll u. D. M. Simmons an der Versuchsfreileitung des Ryan-Hochspannungslaboratoriums der Stanford-Universität (Kalifornien) gemessen. Die Leiter waren in einer waagerechten Ebene mit einem Leiterabstand von 6,71 m angeordnet und bestanden aus Kupferhohlseilen der Heddernheimer Bauart mit einem Leiterdurchmesser von 28 mm. [Ein Querschnittsbild dieses Seiles ist in der ETZ 56 (1935) H. 1, S. 3, Abb. 6c. zu finden.] Die Leitung war für eine normale Betriebsspannung von 230 kV ausgelegt. Unter sehr günstigen atmosphärischen Bedingungen (niedrige relative Luftfeuchtigkeit) wurden an den sorgfältig gereinigten Leitern folgende Koronaverluste in kW/km Drehstromleitung gemessen:

Sternpunkt geerdet		äußerer Leiter geerdet		Mittelleiter geerdet	
U_{kV}	$N_{kW/km}$	U_{kV}	$N_{kW/km}$	U_{kV}	$N_{kW/km}$
300	0.44	220	0.23	220	0.4
320	0.52	240	0.50	240	1.2
340	1.0	250	0.8	250	2.5
360	1.6	260	1.4	260	5.2
380	4.2	270	3.7	270	13.3
400	19.0	280	11.3	275	20.0
		285	17.0		

Die Verfasser ermitteln rechnerisch, daß für eine Höhe von 1200 m über dem Meere die gleichen Verluste bei einer um 14 % niedrigeren Spannung auftreten. —

So weit der Bericht der Verfasser. Zu bemerken ist, daß bei einer Betriebsspannung von 230 kV selbst bei einer Meereshöhe von 1200 m die Verluste in erträglichen Grenzen zu bleiben scheinen. Beachtet man jedoch, daß die Verfasser stets bei Luftfeuchtigkeiten von nur 46 bis 62 % gemessen haben, so wird das Bild gänzlich anders, denn mit wachsender Luftfeuchtigkeit ist eine wesentliche Steigerung der Verluste zu erwarten. Aus eigenen Versuchsunterlagen schätzt der Berichter die Verluste bei 230 kV und geerdetem Mittelleiter bei 92 % rel. Luftfeuchtigkeit auf 8 kW/km, bei 1200 m Höhe auf ein Vielfaches. Bei hohen Betriebsspannungen ist also mit einer Erschwerung der Löschung von Erdschlußlichtbögen durch zusätzliche Korona zu rechnen. [J. S. Carroll u. D. M. Simmons, Electr. Engng. 54 (1935) S. 846.] *Ptf.*

Elektromaschinenbau.

621. 313. 2. 013. 4 : 621. 313. 047. 4 **Stromwendung von Gleichstrommaschinen bei Stoßlast.** — Im Juniheft 1935 der „Elektritschestwo" berichten Schenfer und Juditzki über Stromwendungsversuche bei stoßweiser Laständerung an einem mit Wendepolen versehenen Gleichstrom-Reihenschlußmotor von 73,1 kW Stundenleistung bei 600 V und 700 U/min. Eine Bürste der Versuchsmaschine wurde in drei Längsteile unterteilt und die Ströme und Bürstenspannungsabfälle der entstandenen auflaufenden, mittleren und ablaufenden Teilbürsten gemessen bzw. bei plötzlicher Laständerung oszillographiert (Abb. 1). Als Mittelwert mehrerer Messungen wird ein bei stoßweiser Laständerung von 30 auf 300 A aufgenommenes Oszillogramm gebracht (Abb. 2) und darauf hingewiesen, daß der Stromanstieg, der insgesamt etwa 0,1 s dauert, bei den einzelnen Teilbürsten verschieden ist: der Strom des auflaufenden Teiles bleibt zurück, der ablaufende Teil führt entsprechend größeren Strom und wird hierdurch überlastet; der Unterschied in den Strömen ist infolge Nacheilens des Wendefeldes, der Sättigung im Wendepoleisen und der zusätzlichen Kurzschlußströme bei Beginn des Schaltvorganges am größten und gleicht sich nach und nach aus; der über der Zeit von 0,1 s gebildete Strommittelwert zeigt, daß über die ablaufende Teilbürste 57,8 %, über die mittlere 30,7 % und über die auflaufende 11,5 % des gesamten Stromes fließen. Als weitere Auswertung wird gezeigt, daß die bei gleichbleibender Last gleichmäßige Stromverteilung unter der Bürste und der gleichmäßige Bürstenspannungsabfall bei plötzlich auftretender Stoßlast gestört werden: während des ganzen Stromausgleichvorganges führt der ablaufende Teil einen größeren Strom und hat einen höheren Spannungsabfall, wodurch die Bedingungen der Stromwendung erschwert werden, die ablaufende Bürstenkante kann durch die Überlast nicht nur abbrennen, sondern auch mechanisch durch die plötzlich auftretenden Temperaturschwankungen zerstört werden. Die über der Zeit aufgetragenen Bürstenübergangswiderstände der Teilbürsten zeigen, daß der Widerstand des ablaufenden Teiles sehr schnell abfällt; die Ursache hierfür wird in der Überlastung und der damit zusammenhängenden Erwärmung vermutet. Die über der Stromdichte unter den Bürsten aufgetragenen ermittelten Kurven des spezifischen Übergangswiderstandes und Bürstenspannungsabfalles bei gleichbleibender und sich plötzlich ändernder Belastung weisen ähnlichen Verlauf auf, jedoch liegen die Kurven für Stoßlast höher, was durch verzögerte Erwärmung der Bürsten erklärt wird. Auf den starken Abfall des Bürstenübergangswiderstandes der ablaufenden Kante bei Stoßlast und der damit zusammenhängenden Überlastung und auf den anwachsenden Span-

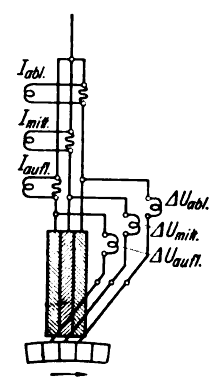


Abb. 1. Schaltanordnung.

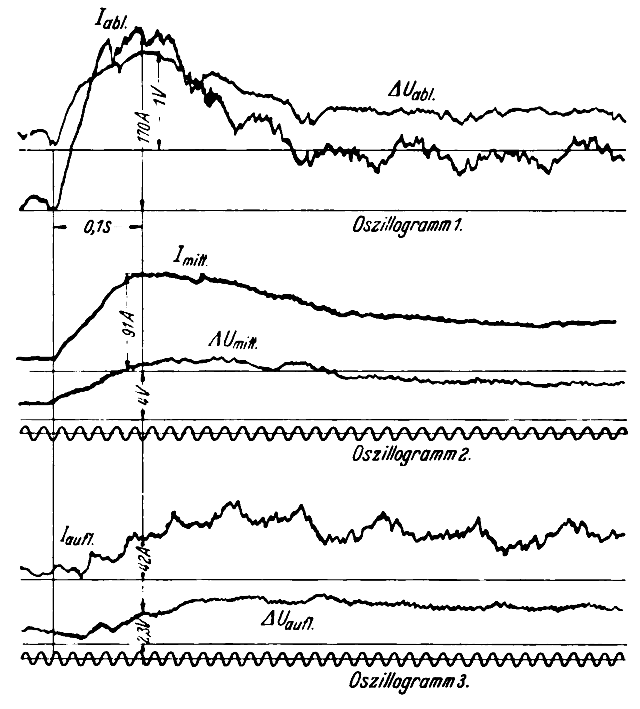


Abb. 2. Strom- und Spannungsabfall der einzelnen Teilbürsten bei Stoßlast (Oszillogramm 1 der ablaufenden Teilbürste, Oszillogramm 2 der mittleren Teilbürste, Oszillogramm 3 der auflaufenden Teilbürste).



nungsabfall infolge des schnell anwachsenden Stromes wird das Feuern der ablaufenden Bürstenkante zurückgeführt. Um das Nacheilen des Wendefeldes bei Stoßlast nachzuweisen, wurden Strom und Feldänderung des Wendepoles oszillographiert (Abb. 3) und durch Summieren der Einzelwerte der Feldänderung der Anstieg des Wendefeldes dem Stromanstieg gegenübergestellt (Abb. 4).

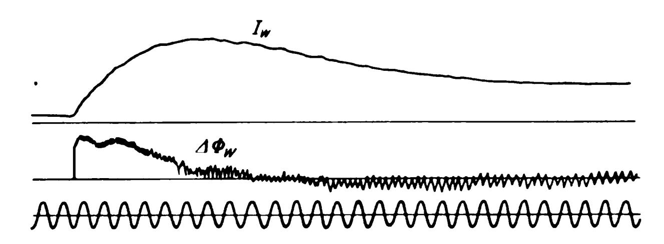
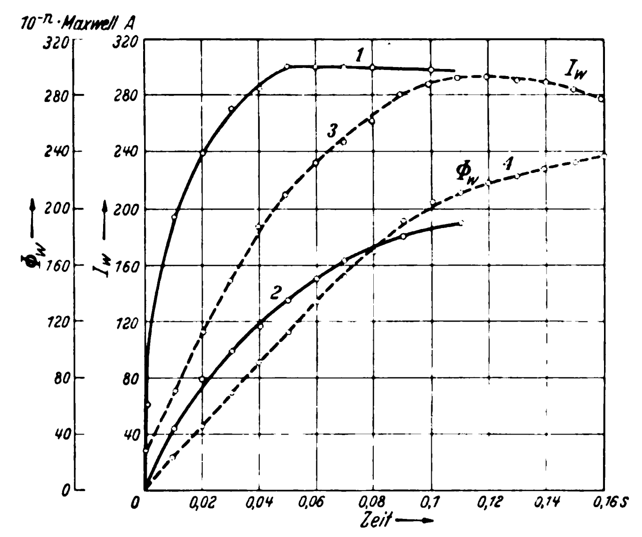


Abb. 3. Stromanstieg I_w und Feldänderung $\Delta\Phi_w$ im Wendepol bei Stoßlast.



1 Stromanstieg bei $U = 500$ V 3 Stromanstieg bei $U = 250$ V
2 Feldanstieg „ $U = 500$ „ 4 Feldanstieg „ $U = 250$ „

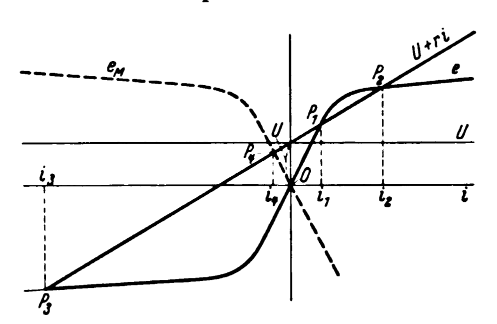
Abb. 4. Strom I_w und Feldanstieg Φ_w im Wendepol bei Stoßlast.

Auf Grund der Versuche kommen die Verfasser zu der Erkenntnis, daß es bei Maschinen für Stoßbelastungen zweckmäßig ist, die Wendepolwicklung möglichst reichlich zu bemessen, das Wendepoleisen ebenfalls möglichst reichlich zu halten, die Wendepolkerne bei größeren Maschinen zu blättern und die Bürstenbeanspruchung möglichst niedrig zu halten. Die Ergebnisse sind bei uns seit längerer Zeit bekannt und werden befolgt; sie bieten somit nichts Neues. [Schenfer u. Juditzki, Elektritschestwo (1935) H. 6, S. 164.] *Wh.*

621. 313. 222. 012 **Betrieb eines Hauptstromgenerators, der auf Gegenspannung arbeitet.** — L. Gratzmuller untersucht die Stabilität eines Hauptstromgenerators, der auf eine Gegenspannung arbeitet, und zeigt, daß ein stabiler Betrieb nicht möglich ist, es sei denn, daß man den Generator fremderregt. Ist U die Klemmenspannung des Netzes, e die EMK des Generators, r der Ohmsche Widerstand im Stromkreise und i der Gleichstrom, so gilt folgende Spannungsgleichung:

$$L \frac{di}{dt} = e - (U + r i).$$

Hierin ist $L = d\Phi(t)/di$, die Induktivität des Stromkreises, eine Funktion von Strom (Magnetisierung) und Zeit (Dämpfung). Die Kurven in Abb. 5 veranschaulichen die obige Gleichung. In den drei Betriebspunkten, wo die Gerade $(U + r i)$ die Kurve e schneidet, ist $e = U + r i$, also $L\, di/dt = 0$. Aber nur in zwei Punkten ist der Betrieb stabil, wie aus folgenden Überlegungen hervorgeht: Wenn auch die Größe von $L(i, t)$ nicht genau bekannt ist, so läßt sich doch sagen, daß L stets positiv ist. Somit ist $di/dt > 0$ wenn $e - (U + r i) > 0$, d. h. zwischen P_1 und P_2 und jenseits von P_3, und $di/dt < 0$ wenn $e - (U + r i) < 0$, d. h. zwischen P_1 und P_3 und jenseits von P_2. Dies bedeutet, daß in P_1 nur labiles Gleichgewicht herrscht und daß bei der geringsten Gleichgewichtsstörung der Betriebspunkt von P_1 nach P_2 oder P_3 wandert. Die Richtung hängt davon ab, ob i durch die Gleichgewichtsstörung in P_1 erhöht oder verkleinert wird. Da aus denselben Gründen der Betriebspunkt von $+\infty$ nach P_2 und von $-\infty$ nach P_3 wandert, herrscht nur in den Punkten P_2 und P_3 stabiler Betrieb. Leider liegen die beiden Punkte so weit außerhalb, daß die zugehörigen Ströme schon als Kurzschlußströme anzusprechen sind. In der Abb. 5 sind



e EMK als Generator
e_M „ „ Motor
U Gegenspannung
$r\,i$ Spannungsabfall
P_2, P_3 stabile Betriebspunkte als Generator
P_1 labiler Betriebspunkt als Generator
P_4 stabiler Betriebspunkt als Motor

Abb. 5. Betriebskennlinien einer Hauptstrommaschine.

die Verhältnisse noch dazu günstiger dargestellt, als sie in Wirklichkeit sind, weil mit Rücksicht auf Deutlichkeit der Spannungsabfall ri verhältnismäßig groß angenommen worden ist. — Anders liegen die Verhältnisse beim Betrieb der Hauptstrommaschine als Motor, bei dem es nur einen Schnittpunkt P_4 gibt (gestrichelte Kurve e_M), der, wie leicht einzusehen ist, einen stabilen Betriebspunkt darstellt. — Wenn auch der Aufsatz inhaltlich nichts Neues bringt, so ist doch die Darstellung recht anschaulich und als guter Wegweiser des Hinweises wert. [L. Gratzmuller, Rev. gén. Électr. 38 (1935) S. 361.] *Zrn.*

Apparate und Stromrichter.

621. 316. 064. 45 **Die Entwicklung eines Druckluftschnellschalters.** — Der Druckluftschalter hat den Vorteil, daß er für den ganzen Spannungsbereich gebaut werden kann und mit einem gegebenen, nicht überschreitbaren Betriebsdruck arbeitet. Untersuchungen haben gezeigt, daß die beste Löschwirkung erzielt wird, wenn der Luftstrom den Lichtbogen allseitig bebläst. Durch Versuche wurde der Einfluß des Luftdruckes, der Kontaktbohrung und des Kontaktabstandes auf die Abschaltleistung untersucht. Dabei zeigte sich, daß für einen bestimmten Kontaktabstand die Leistungsfähigkeit des Schalters einen Höchstwert hat. Auf Grund dieser Untersuchungen wurde ein neuer Druckluftschalter mit sichtbarer Trennstelle gebaut, den Abb. 6 in seinem grundsätzlichen Aufbau zeigt. Ein Stützisolator trägt die Löschkammer *1* mit Auspuffkühler, ein zweiter Stützisolator den Drehpunkt des Trennkontaktes *2*. Beim Ausschalten wird über ein elektropneumatisches Ventil *3* das Blasventil *4* geöffnet. Dadurch strömt Druckluft in die Löschkammer *1* und in den Ausschaltzylinder *5* der Trennkontakte. Durch die Druckluft werden die Löschkontakte, die als Kolben ausgebildet sind, geöffnet und der entstehende Lichtbogen von der Druckluft gelöscht. Gleichzeitig werden über den Ausschaltzylinder *5* die Trennkontakte gezogen. Ihre Öffnungszeit ist gegenüber den Löschkontakten so bemessen, daß sie erst nach Löschen des Lichtbogens, also stromlos unterbrechen. Das Blasventil *4* ist so gesteuert, daß es kurz vor der Ausschaltlage des Trennkontaktes wieder in seine Schließstellung zurückgeht. Der Löschkontakt geht unter der Einwirkung einer Feder ebenfalls wieder in seine ursprüngliche Lage zurück. Zum Einschalten wird über ein zweites Steuerventil *6* dem Einschaltzylinder *7* Druckluft zugeführt, wodurch der Trennkontakt sich mit großer Geschwindigkeit schließt. Der Schalter kann wegen der hohen Einschaltgeschwindigkeit ohne weiteres auf einen Kurzschluß geschaltet werden. Abschaltoszillogramme zeigen, daß die

Lichtbogendauer weniger als 1 Halbwelle und die Zeit vom Beginn der Öffnungsbewegung des Blasventils bis zum Ende der Abschaltung etwa 1,5 Halbwellen beträgt. Derart kurze Schaltzeiten sind bisher noch nicht erreicht worden. Der Schalter kann an der Wand befestigt oder auf den Boden gestellt werden. Der Betriebsdruck der Schalter

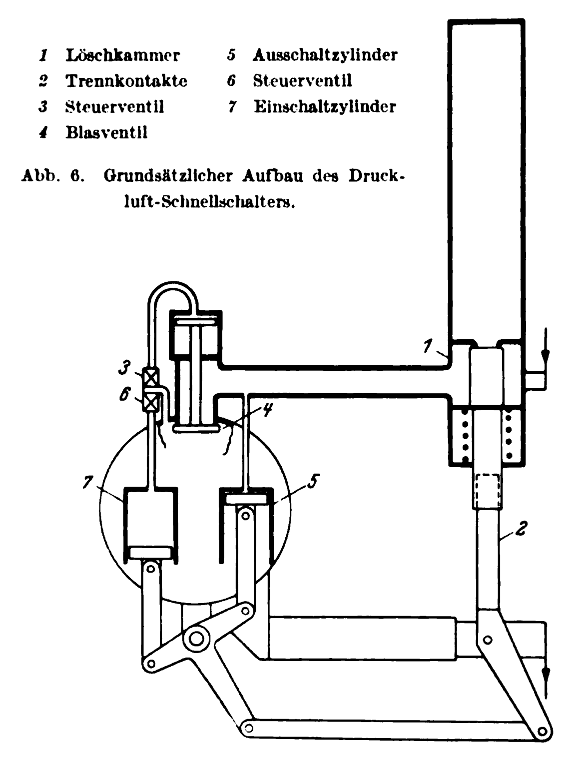


Abb. 6. Grundsätzlicher Aufbau des Druckluft-Schnellschalters.

beträgt je nach der Leistung 8 oder 13 at. Wegen seines geringen Platzbedarfes ist er auch besonders für den neuzeitlichen Umbau alter Schaltanlagen gut geeignet. [H. Thommen, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) S. 590.] *dk.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 787. 2 : 621. 367 **50-Hz-Wellenschreiber.** — Bei der Punktschweißung mit Wechselstrom hat es sich in vielen Fällen als vorteilhaft gezeigt, die Schweißstromstärke sehr hoch zu wählen, jedoch die Einschaltdauer auf z. B. ein oder zwei Perioden zu beschränken, damit das Metall des Schweißgutes nicht verbrennt. Die günstigste Schweißdauer hängt von der Art des Metalles ab. Um gleichmäßig feste Schweißverbindungen zu erzielen, ist man mit gutem Erfolge dazu übergegangen, das Ein- und Ausschalten des Schweißstromes durch Elektronenröhren zu steuern. Die Schweißdauer ist dann völlig gleichmäßig, nachdem das Zeitgerät einmal eingeregelt ist. Für systematische Versuche über die günstigste Schweißdauer und zur Betriebsüberwachung von Zeitgeräten wurde ein einfacher und billiger Zeitschreiber entwickelt. Der Zeitschreiber enthält als frequenzempfindliches Glied eine polarisierte Stahlzunge, die in eine wechselstromerregte Spule hineinragt. Die Spule wird über einen Stromwandler vom Schweißstrom gespeist. Die Stahlzunge trägt einen Schreibstift, der ein sich stetig bewegendes Papierband leicht gegen eine umlaufende Graphitrolle drückt. Wird die Spule erregt, so werden auf der Rückseite des Papierbandes die von der Stahlzunge während der Einschaltdauer ausgeführten Schwingungen sichtbar. Es wurde nicht versucht, die Ausschläge der Stahlzunge dem Strom proportional zu machen. Die Brauchbarkeit und der Nutzen des Zeitschreibers wurde gezeigt, indem die Schweißdauer aufgezeichnet wurde, wenn eine Punktschweißmaschine durch einen unerfahrenen Schweißer, durch einen geübten Schweißer und schließlich durch das Elektronenröhrengerät gesteuert wurde. Der neue Wellenschreiber wird auch anderweitig, z. B. zur Prüfung der Auslösezeit von Schutzrelais usw., verwendet werden können. [G. F. Gardner u. H. L. Newell, Gen. electr. Rev. 38 (1935) S. 384.] *Rsk.*

621. 317. 41 **Wechselstrom-Permeabilität und Brückenverfahren bei magnetischen Messungen.** — Mit einem sehr schnell arbeitenden und einfachen Verfahren ist die Wechselstrom-Permeabilität handelsüblicher Eisensorten gemessen worden. Die im Schrifttum zu findenden gegensätzlichen Ergebnisse verschiedener Forscher gaben die Veranlassung zu einer solchen vergleichenden Untersuchung zwischen Gleich- und Wechselstrom-Permeabilität. Letztere wurde als das Verhältnis der Scheitelwerte von Induktion und Gesamtmagnetisierung, also einschließlich der Wirbelstrom-Verlustleistung, festgelegt. Als Anzeigegerät wird ein Gleichstrominstrument benutzt, das über einen synchron umlaufenden Stromwender an die Wicklung der Eisenprobe angeschlossen wird (Abb. 7). Der

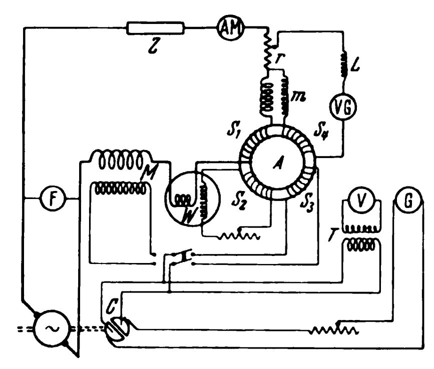


Abb. 7. Schaltung zum Vergleich von Brücken- und Wattmetermessung der Eisenverluste.

von dem Instrument angezeigte Mittelwert der Spannung ist dem in der Wicklung wirksamen Höchstwert des Flusses verhältnisgleich. Der Scheitelwert des Magnetisierungsstromes wird nach dem gleichen Verfahren über eine im Stromkreis liegende Induktivität gemessen. Außerdem sind Mittel vorgesehen, um den Formfaktor zu bestimmen und die Wellenform der Magnetisierung zwischen sinusförmigem Strom und sinusförmigem Fluß beliebig zu ändern. Das Ergebnis der Untersuchung gipfelt in der Feststellung, daß bis zu 50 Hz bei wirbelstromarmen Kernen ein Unterschied zwischen Gleich- und Wechselstrom-Permeabilität nicht besteht, daß bei höheren Frequenzen und stärkerer Wirbelstrombildung aber meßbare Unterschiede vorliegen. Im Gebiete höherer Sättigungen ergab sich außerdem eine Unabhängigkeit der Wechselstrom-Permeabilität von der Magnetisierungsform. Weiterhin wurden Verlustmessungen an Eisenproben mit dem Leistungsmesser und einer Wechselstrombrücke ausgeführt und verglichen. Wegen der Resonanzeigenschaften des Vibrationsgalvanometers liefert die Brückenmessung vom tatsächlichen Wert stark abweichende Induktionswerte, sobald diese nicht ganz sinusförmig verlaufen. Leider läßt sich das bei kleinen Proben nie ganz vermeiden. Die Verlustleistung wird indessen von beiden Verfahren ihrem Absolutbetrage nach richtig angezeigt. Verbindet man demnach das Brückenverfahren mit einer von der Kurvenform des Flusses unabhängigen richtigen Messung der Maximalinduktion, wie es zuerst schon beschrieben wurde, so liefert die Brücke einwandfreie Ergebnisse[1]). [C. E. Webb u. L. H. Ford, J. Instn. electr. Engr. 76 (1935) S. 185.] *Th.*

Verkehrstechnik.

621. 335. 5 **Elektrowagen in Elektrizitätswerken und Straßenbahnbetrieben.** — Städtische Elektrizitätswerke haben meist ausgedehnte Versorgungsgebiete und damit das Bedürfnis, ihre Monteure, Werkzeuge usw. schnell mit einem einfach zu bedienenden, betriebssicheren Fahrzeug an die Arbeitsstellen befördern zu lassen (Abb. 8). Das elektrisch betriebene Fahrzeug ist hierfür das gegebene, da es für Kurzstrecken wirtschaftlicher ist als andere Fahrzeuge, zumal der selbst erzeugte Strom bei den Elektrizitätswerken billig ist. Besonders Elektrokarren

[1]) Die hier beschriebenen Erkenntnisse haben in Deutschland schon vor dem Erscheinen der Arbeit von Webb und Ford zur Entwicklung des Ferrometers geführt [ETZ 56 (1935) H. 31, S. 869], dessen Anwendungsgebiet noch weit über die hier beschriebenen Messungen hinausgeht (Arch. techn. Messen J 60 — 1 ··· 4; V 951 — 2).

mit Drehleiter bis zu 18 m Steighöhe ermöglichen die Pflege und Ausbesserung von Straßenbrennstellen (Abb. 9). Durch Anwendung eines Anhängers für Langguttransporte sind die Werke in der Lage, mit Elektrowagen auch Masten zu befördern (Abb. 10). Für die angegebenen

Abb. 8. Einrichtung eines Montagewagenaufbaues.

Zwecke eignen sich auch Führerstandkarren und Führersitzkarren. Die Elektrokarren haben eine Geschwindigkeit bis zu 18 km/h, die Elektrowagen bis zu 30 km/h. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit empfiehlt es sich, bei diesen Nahverkehrs-Fahrzeugen eine Geschwindigkeit von 25 km/h nicht zu überschreiten; bis zu 20 km/h sind die Fahrzeuge führerscheinfrei. Der Antrieb erfolgt bei den neuzeitlichen Fahrzeugen durch einen Motor mit Differential, eine im Automobilbau bewährte Ausführung. Die Motorenstärke wird den Forderungen an Fahrstrecke und Geschwindigkeit angepaßt; eine Überbemessung des Motors muß mit Rücksicht auf die Batteriekapazität und die Wirtschaftlichkeit vermieden werden. Als Batterien werden wegen der Forderung großer Fahrstrecken Gitterplattenbatterien gewählt. Bis zu 3 t Tragfähigkeit verwendet man 40zellige Batterien bis 400 Ah Kapazität, bei größerer Tragfähigkeit 80zellige Batterien der gleichen Kapazität. Bei 5stündiger Entladung werden Fahrstrecken bis zu 70 km in der Ebene mit Vollast erreicht.



Abb. 9. Elektrokarren-Leiterwagen.

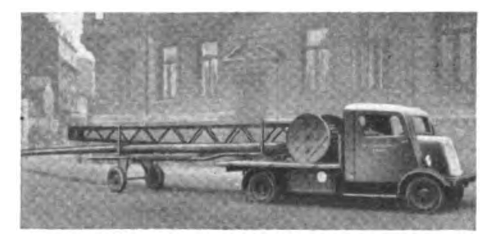


Abb. 10. Elektrowagen mit Langgutanhänger.

Die Straßenbahnen benutzen die Elektrokarren in ihren Ausbesserungswerkstätten, als Turmwagen zur Überwachung der Fahrdrähte und als Sonderfahrzeuge für die Weichenreinigung[1]). Bei diesem Fahrzeug ist ein Wasserbehälter und eine von der Elektrokarrenbatterie angetriebene Elektropumpe aufgebaut. Der von der Pumpe erzeugte Druck ermöglicht es, die Weichen mit einem starken Strahl zu reinigen. Durch die Verwendung einer mechanisch angetriebenen Pumpe ist es möglich, die Bedienung auf einen Mann zu beschränken. *f.*

[1]) S. a. H. W. Leichsenring, ETZ 56 (1935) H. 34, S. 939.

Elektrowärme.

621. 315. 673 : 621. 364. 5 **Anschlußdosen für elektrische Geräte.** — Die in Abb. 11 dargestellte Schukosteckdose dient zum gleichzeitigen Anschluß von Küchenherden und anderen ortsveränderlichen oder fest angeschlossenen Geräten. Sie enthält eine Steckdose mit Schutzkontakt und ein oder zwei Sicherungselemente, die auf einer gemeinsamen Grundplatte aus Isolierstoff angeordnet sind. Von der durchgeführten Herdzuleitung ist ein einpolig oder zweipolig gesicherter Stromkreis abgezweigt, der eine Schutzsteckdose für den Anschluß zusätzlicher Geräte enthält und auch den festen Anschluß weiterer Geräte, z. B. eines Heißwasserspeichers gestattet. Durch diese Anordnung ist für die Abzweigleitung ein kleinerer Querschnitt zulässig. Der Abzweig für den Heißwasserspeicher kann auch vor den Sicherungen angeschlossen werden, doch muß in diesem Fall der Querschnitt der



a



b

Abb. 11. Zweipolige Schukosteckdose mit und ohne Schutzhaube.

Abzweigleitung der gleiche sein wie der der Hauptleitung. — Die zum Herd abgehende Gummischlauchleitung wird durch eine kräftige Entlastungsschelle befestigt. Die Klemmen für die Haupt- und Abzweigleitungen sind ausreichend für Querschnitte bis 6 mm², die Klemmen des Schutzleiters für Querschnitte bis 2,5 mm². *Sh.*

Landwirtschaft.

621. 32 : 633 **Neue Versuche über künstliche Belichtung zur Anregung des Pflanzenwachstums.** — Über den Einfluß von künstlicher Beleuchtung auf das Pflanzenwachstum sind neuerdings interessante Versuchsergebnisse in der amerikanischen und englischen Fachpresse veröffentlicht worden. Der Erfolg der Bestrahlung hängt danach von sehr verschiedenen Faktoren ab:

1. Der Beginn der Bestrahlung innerhalb der Wachstumszeit ist von entscheidender Bedeutung für die gesamte Entwicklung der Pflanze auch dann noch, wenn die Belichtung längst abgebrochen ist. Aus diesem Grunde kann bei vielen Pflanzen die Bestrahlung bereits vor dem Auspflanzen vorgenommen werden, da man bei der Behandlung von Setzlingen nur kleine Flächen zu bestrahlen braucht. Derartig behandelte Gurkensetzlinge (mehr als 100 je m²) zeigten dichteres Laub und schnellere Entwicklung der ersten Blätter, der Ertrag war nach Angaben der Versuchsansteller um 20 % höher als der der Vergleichspflanzen. — Begoniensetzlinge waren widerstandsfähiger gegen Pilzbefall, Cinnerarien entwickelten früher Knospen. Gloxinien blühten früher und reicher, obgleich während der Bestrahlungszeit keine Wachstumsbeschleunigung feststellbar war.

2. Die Wirkung der Bestrahlung auf die einzelnen Pflanzenarten ist durchaus verschieden. Pflanzen, die im Hochsommer blühen, zeigten sich für zusätzliche künstliche Beleuchtung am dankbarsten, während Pflanzen, die im Frühjahr oder Herbst ihre Hauptentwicklung haben, vom Licht weniger abhängig sind und daher auch für



künstliche Beleuchtung weniger positiv ansprechen. Bei einzelnen Pflanzenarten wirkt die zusätzliche Beleuchtung geradezu hemmend auf den Wachstumsprozeß: Bestrahlte Chrysanthemen beispielsweise blühten wesentlich später als normal.

3. Besonders bemerkenswert sind Versuche über die Wirkung von Licht verschiedener Wellenlänge auf das Wachstum. Es hat sich gezeigt, daß grundsätzlich rotes Licht, also langwelliges, das Wachstum fördert, violettes hingegen das Wachstum hemmt. Pflanzen, die ausschließlich mit langwelligem Licht bestrahlt waren, zeigten langen Wuchs und waren z. T. vergeilt, während kurzwellig bestrahlte Pflanzen sich niedrig und buschig entwickelten. Als auffälligster Versuch hierüber wird die Behandlung von Salatsamen genannt: Rot bestrahlter Samen keimt im warmen Wasser bereits nach wenigen Stunden, blau bestrahlter hingegen erst nach Wochen. Die Farben gelb und grün sind unwirksam. Mit der treibenden bzw. hemmenden Wirkung langer und kurzer Wellen wird die bekannte Drehung der Pflanzen nach dem Licht in Verbindung gebracht.

4. Vergleichsversuche haben ergeben, daß für die Anregung des Pflanzenwachstums nicht so sehr die Beleuchtungsstärke von Bedeutung ist, als vielmehr die Bestrahlungsdauer: Am wirksamsten ist eine Bestrahlung, die sich an das natürliche Tageslicht einige Stunden anschließt; eine besonders große Lichtstärke ist nicht nötig. Aus diesem Grunde sind auch mit Neonröhren brauchbare Ergebnisse erzielt worden. Bei diesen kommt noch hinzu, daß sie vornehmlich langwellige Strahlen aussenden, die das Wachstum anregen und die Bildung von Kohlehydraten beschleunigen. Die Aufnahme von Kohlendioxyd wird erhöht, so daß u. U. eine künstliche Kohlensäuredüngung mit Trockeneis notwendig wird, um die Wachstumssteigerung voll in Erscheinung treten zu lassen.

5. Die bisher verwendeten Lampen setzen — mit Ausnahme der Neonröhren — nur einen geringen Teil der elektrischen Energie in Licht um, der weitaus größte Teil, über 95 %, der Energie wird als Wärme ausgestrahlt. Diese Tatsache hat zu dem Versuch geführt, die Lichtquelle gleichzeitig als Heizkörper zu verwenden. In einem besonders konstruierten Gewächshaus mit guter Wärmeisolierung wurden starke Lampen angebracht, die thermisch gesteuert sind. Bei starker Sonneneinstrahlung brennen die Lampen nicht, sie schalten sich abends durch das Sinken der Temperatur ein und brennen vom Dunkelwerden an noch etwa 6 bis 8 h, um sich dann durch die steigende Temperatur für den Rest der Nacht wieder auszuschalten. Die Herstellungskosten derartiger Häuser sollen geringer sein als die normalen, ebenso die Unterhaltungskosten durch die verminderte Bruchgefahr, da die vorhandenen Glasflächen sehr viel kleiner sind als gewöhnlich. Die Heizungskosten sollen infolge der starken Wärmeisolierung bei geeigneten Strompreisen nicht höher werden als die Kosten für die bisher übliche Kohleheizung. [L. C. Porter, Gen. electr. Rev. 38 (1935) S. 268, u. F. E. Rowland, Electr. Rev., Lond., 117 (1935) S. 437.] *v. W.*

Fernmeldetechnik.

621. 385. 1 **Ganzmetallröhren für Rundfunk und Industrie.** — Die Vorteile von Ganzmetallröhren in Anordnung, Fertigung und Betrieb werden allgemein sowie an Beispielen von Schirmgitter-Hochfrequenzröhren, Kraftverstärkerröhren und industriellen Röhren (Gleichrichtern) dargelegt. An die Stelle der bisherigen Glaskolben treten zylindrische Stahlgehäuse, die mit gleichfalls stählernen, den Elektrodenaufbau und die Zuführungen tragenden Deckeln verschweißt werden. Die hochisolierenden Leitungsdurchführungen müssen vakuumdicht sein, also die Wärmeausdehnungszahlen der verwendeten Werkstoffe gleich. Dies wird durch eine Kombination von Glas mit einer neuen vakuumdichten Legierung (Fernico) bis zu Temperaturen von etwa 600 ° erreicht.

Bei der Konstruktion und Fertigung ergeben sich u. a. folgende Vorteile: einfache Sockelung (Wegfall der Sockelkittung, größere Isolationswege zwischen den Elektrodenzuführungen und bei industriellen Röhren völliger Wegfall des Sockels); Beschränkung der Elektrodenzahl, da das Gehäuse die Rolle einer Elektrode übernehmen kann; sichere Halterung des Elektrodenaufbaues durch feste Verschweißung der Halterungsstützen mit dem Gehäuse. — Die durch die genannten Vorteile bedingte Verringerung der Abmessungen wird noch begünstigt durch die kleinen Bearbeitungsspiele bei der Verwendung von Stahl. Bei Hochfrequenzröhren ergeben sich als besondere Vorteile die einfache Schirmung (kleinere Gitter-Anoden-Kapazität), Unterdrückung von Mikrophoneffekten und ähnlichen, durch mangelhafte Halterung bedingte Störungen und schließlich die Vermeidung der Gitterwirkungen von Wandladungen.

Bei Leistungsröhren tragen die günstigen Abkühlungsverhältnisse, die durch Kühlrippen noch verbessert werden können, zu besonders kleinen Abmessungen bei. Günstig wirkt die gleichmäßige Wärmeverteilung auch für die Vakuumsicherheit der jetzt wärmespannungsfreien Durchführungen. Bei Gasgleichrichtern sind gleichfalls die guten Abkühlungsverhältnisse, ferner die Unterdrückung von Wandladungen und die geringen Abmessungen als Vorteile zu nennen. Außerdem läßt sich der Brennspannungsabfall infolge der größeren Anodenfläche (das Gehäuse dient hier als Anode) von rd. 8 V auf 4 bis 5 V verringern. — An Hand zahlreicher Bilder werden Glas- und Ganzmetallröhren verschiedenster Muster miteinander verglichen. [H. J. Nolte, J. E. Beggs u. T. A. Elder, Gen. electr. Rev. 38 (1935) S. 212.] *Gkf.*

534. 7 : 534. 4 **Die Lautstärke von Knacken, Geräuschen und Tönen.** — Die Gesetze, nach welchen das Ohr die Lautstärke von reinen Tönen und von Klängen bildet, können als einigermaßen geklärt bezeichnet werden. Das Gehör wirkt hier als logarithmisch anzeigender Empfänger mit bestimmter, durch die Ohrkurven gegebener Frequenzbewertung der Teiltöne und kann als solcher durch objektive Lautstärkemeßgeräte nachgebildet werden. Bei den praktisch sehr wichtigen nicht stationären Schallvorgängen, z. B. bei Geräuschen wechselnder Zusammensetzung oder bei einzelnen Knacken versagt diese einfache Vorstellung. Für knackartige Vorgänge z. B. hatte Steudel eine verhältnismäßig verwickelte Regel gefunden, wonach das Ohr die Lautstärke verhältnisgleich dem höchsten Druckintegral über 0,3 ms Impulsdauer empfindet. Diese Sachlage, die eine Nachbildung der nichtstationären Eigenschaften des Ohres fast aussichtlos erscheinen ließ, scheint jetzt durch eine andere, überraschend einfache Deutung der Steudelschen Messungen von Knacklautstärken eine neue Wendung zu erhalten. Bürck, Kotowski und Lichte haben mit Hilfe der Fourierschen Integrale für verschiedene Knacke von bekannter Zeitkonstante die Frequenzspektren berechnet, die nach bekannten Regeln solchen Knacken zuzuordnen sind. Sie haben dann die einzelnen Frequenzen nach Maßgabe der Ohrkurven bewertet und den Effektivwert dieses Spektrums von bewerteten Teiltönen gebildet. Dabei zeigt sich die überraschende Tatsache, daß dieser nach verhältnismäßig einfachen Regeln gebildete Effektivwert den gemessenen Lautstärken der Knackgeräusche proportional ist, sofern er z. B. die Abhängigkeit der Lautstärke von der Zeitkonstante mit bemerkenswerter Genauigkeit wiedergibt. Das Ohr spricht danach auf kurze Knacke nach besonders einfachen Gesetzen, nämlich als linearer Empfänger, an, welcher Effektivwerte mit bestimmter Frequenzbewertung anzeigt. Bezüglich der Lautstärke von Dauertönen weisen die Verfasser auf die Trägheit des Ohres hin und leiten aus ihrer Theorie ein Verfahren zur Berechnung der Zeitkonstante des Gehöres ab. [Bürck, Kotowski u. Lichte, Elektr. Nachr.-Techn. 12 (1935) S. 278.] *Tg.*

Allgemeiner Maschinenbau.

621. 24-523 **Wirkungsweise des Turbinenkugelschiebers in der Selbst- und Fernsteueranlage Häusern**[1]). — Der Kugelschieber, der sich im letzten Jahrzehnt beim Bau von Großwasserkraftanlagen eingeführt hat, besteht in der Hauptsache aus einem kugelförmigen Gehäuse (Abb. 12), in dem ein Drehkörper mit zwei Zapfen um 90 ° drehbar gelagert ist. Die Grundform des Drehkörpers ist ein Rohrstück (*1 b*), welches in der Offenstellung glatten Durchfluß herstellt. In der Schließstellung (*1 a*) wendet der Drehkörper dem Turbineneinlauf einen Ansatz zu, in dem eine kreisrunde gewölbte Platte *DP* so beweglich gelagert ist, daß sie sich bei überwiegendem Druck auf ihre Innenkalotte selbstdich-

[1]) Siehe S. 1409 dieses Heftes.



tend gegen eine entsprechende Sitzfläche am Schiebergehäuse legt. Ein auf den einen Drehkörperzapfen aufgekeiltes Zahnradsegment wird durch Zahnstange und Wasserdruckkolben bewegt. Vor dem Öffnen des Kugelschiebers muß der Raum zwischen Schieber und Turbinengehäuse unter Druck, d. h. mit der Triebwasserleitung verbunden sein. Zum Füllen dient der Schieber *FS*. Zur selbsttätigen Kontrolle, ob der Schieber entlastet ist, dient das Blockierventil *BV*. Dieses Ventil gibt erst bei Vorhandensein des Druckes den Weg für das Steuerwasser frei. Da dieses Ventil verhältnismäßig unempfindlich ist, ist zur vollständigen Entlastung der Dichtungsplatte eine Verbindung der Räume vor und hinter der Platte geschaffen, die der Entlastungsschieber *ES* herzustellen hat. Der Kolben des Umsteuerventils *UV* ist von der Stellung des Drehkörpers abhängig; das Umsteuerventil ist gewissermaßen ein hydraulischer Abhängigkeitsschalter. Die Aufgabe von *UV* besteht darin, beim Abschließen des Kugelschiebers den Entlastungsschieber *ES* erst folgen zu lassen, wenn der Drehkörper nahezu geschlossen hat, denn auch die Schließbewegung des Drehkörpers darf nur bei entlasteter Dichtungsplatte vor sich gehen, damit eine Beschädigung der metallenen Dichtungsflächen vermieden wird.

1a u. *b* hydraulisches Schema *1c* zugehöriges Lehrschaltbild

Abb. 12*). Ausschnitt der selbsttätigen Steuerung im Kraftwerk Häusern.

Das Hauptsteuerventil *HV* ist für den Kugelschieber der hydraulische Vielfachschalter, der die gleichzeitige Umsteuerung aller zur Bewegung des Kugelschiebers nach „Auf" oder „Zu" notwendigen Druckwasserwege bewirkt. Sein Kolben ist bei geschlossenem Kugelschieber durch Wasserdruck und Hilfsfeder hochgehalten, weil in diesem Zustand kein Öldruck auf die obere Kolbenfläche wirkt (*1 a*). Das Ventil *HV* wird nicht nur seiner Größe wegen mittelbar gesteuert, sondern auch zur Leitungsersparnis, denn bei hydraulischen Steuerungen ist die Beschränkung auf kleinste Leitungslängen noch wichtiger als in der Elektrotechnik. In Reihe mit dem Steuerweg *20 H* bis *HV* sind noch zwei Ventile geschaltet, nämlich das Turbinenschnellschlußventil am Hubmotor *28 H* und das Sperrventil zum Sicherheitspendel. Beide Organe sind aus Sicherheitsgründen betriebsmäßig übergeordnet, sie müssen in der Lage sein, den anstehenden Öffnungsbefehl von *20 H* unwirksam zu machen. Sobald mit dem Hubmotorventil *20 H* durch Anheben des Kolbens Drucköl nach *HV* geleitet wird, senkt sich dessen Kolben, und die zur Öffnung des Kugelschiebers notwendigen Vorgänge spielen sich in richtiger Reihenfolge ab.

Teil *1 c* in Abb. 12, der den zugehörigen Ausschnitt aus dem Lehrschaltbild darstellt, zeigt die Reihenfolge der elektrischen Vorgänge bzw. die Abhängigkeiten, welche unmittelbar die Voraussetzung für das Ansteuern des Hubmotors *20 H* bilden: Gleichzeitig mit dem Einschalten der Hilfspumpen, welches den ersten Schritt zur Ingangsetzung der Maschine bildet, kommt die Plusschiene b_1 unter Spannung. Solange sich die Teilsteuerwalze im Maschinenhaus in Nullstellung befindet, ist Kontakt *05* überbrückt, Plusschiene *c* erhält daher ebenfalls Spannung. Hubmotor *14 H* (in Abb. 12 weggelassen) wird an Spannung gelegt, sofern sein Ventil richtig steht (Ruhekontakt *14 H*) und bewirkt das Öffnen des Schiebers zur allgemeinen Druckölversorgung; dadurch erhält das Ventil am Hubmotor *20 H* Öldruck und wird steuerbereit. Jetzt muß nur noch Hilfsschütz *20 X* erregt werden, um mit seinem Arbeitskontakt Hubmotor *20 H* an Spannung zu legen. Dazu sind 10 Vorbedingungen zu erfüllen, was durch die gezeichneten 7 Ruhekontakte und 3 Arbeitskontakte überwacht wird. Diese Bedingungen sind: Hubmotor *20 H* ist in Schließlage, der Ventilkolben also unten; Druckrelais *15 R* meldet genügend Öldruck; die Laufradspalten der Turbine sind berieselt (Kontakt 26), und der Schieber, welcher im Phasenschieber- oder Pumpbetrieb dieses Kühlwasser nach außen abzuführen hat, ist geschlossen. Ferner: Der Kugelschieber ist noch nicht bis zur Anfahrstellung der Turbine geöffnet (*205*), der Turbinenleitapparat geschlossen (*211*), die Drehzahlverstellung steht auf „Zu" (*213*), die Entleerung des Turbinensaugrohres ist geschlossen (*25*), der Generator entregt (*30*); die Ölströmung zu den Lagern hat den Strömungsanzeiger zum Ansprechen gebracht und dadurch Schütz *171 X* erregt.

W. Leitner.

*) Mit Genehmigung der Firmen Voith, Escher-Wyss und SSW.

AUS LETZTER ZEIT.

Deutsche Lieferungen für ein Filmatelier in Ägypten. — In Gîseh, unweit der Pyramiden, ist von der „Société Misr pour le Théatre et le Cinema" ein Tonfilmatelier errichtet und am 12. 10. 1935 dem Betrieb übergeben worden. Die elektrische Ausrüstung der Stromversorgungs- und Verteilungsanlage hierfür wurde der Siemens-Schuckertwerke AG. in Auftrag gegeben, während die Klangfilm G. m. b. H. die Aufnahmeapparatur lieferte. Zur Stromversorgung wurde ein eigenes Umformerwerk errichtet, umfassend 3 Drehstrom-Öltransformatoren, je 250 kVA, 10 000/525 V, 2 Motorgeneratorgruppen, je 220 kW gleichstromseitig, Hoch- und Niederspannungs-Schaltanlage sowie Stromglättungseinrichtungen, um das Singen der Gleichstrom-Bogenlampen zu vermeiden. Für die Stromverteilung in den beiden Ateliers wurden noch ortsfeste und fahrbare Verteilungseinrichtungen geliefert.

Antennen aus Nirosta-Stahl. — Auf der Suche nach einem Antennenwerkstoff heimischer Herkunft hat sich Nirosta-Stahldraht als ein der Hartkupferlitze sogar überlegener Antennendraht bewährt. Versuche zeigten, daß bezüglich der Empfangsergebnisse ein Stahldraht von 0,5 mm Dmr. und Kupferlitze von 19 · 0,35 mm gleichwertig sind. Der billigere Stahldraht ist aber völlig verschleißfest und hat bei etwa 10 % des Querschnittes der Kupferlitze vierfache Zerreißfestigkeit und nur 8 % des Kupfergewichtes.



VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Aus dem Gau Niedersachsen.

Über das Thema „Wie kann man Mittel- und Hochspannungsleitungen noch betriebssicherer und wirtschaftlicher bauen?" sprach am 15. 10. Herr Dr.-Ing. P. Perlick VDE, Hannover. Der Vortragende ging zunächst auf die Isolatorenfrage ein. Die Möglichkeiten für die Abstufung der Freileitungs- und Stationsisolation gegen Stoßüberspannungen wurden kritisch betrachtet und die Maßnahmen besprochen, um eintretende Überschläge in ihrer Wirkung möglichst einzuschränken. Hierbei wurde insbesondere auf die Bedeutung niedriger Mastwiderstände und der Löschdrosselspulen hingewiesen und gezeigt, daß die Masterden mit Vorteil durch sog. „Stangenerden" hergestellt werden können. Der Vortragende versuchte dann, für die in letzter Zeit viel beobachteten Durchschläge an Kappenisolatoren eine Erklärung zu finden. Die Durchschlagspannung ist bei Stoßbeanspruchung im homogenen Felde bis herunter zu fast 10^{-8} s unabhängig von der Zeitdauer. Im inhomogenen Felde nimmt sie mit Verkleinerung der Halbwertzeit zu und erreicht höchstens den Durchschlagwert des homogenen Feldes. Die Überschlagspannung steigt im Gegensatz zum Durchschlag im homogenen Felde mit Verringerung der Halbwertzeit an. Es sind daher Gebiete vorhanden, bei denen bei normalen Kappenisolatoren vor dem Überschlag zuerst der Durchschlag eintritt. Kurven zeigten, daß die Durchschlagspannungen bei normalen Isolatoren je nach dem Hersteller unter gleichen Bedingungen große Unterschiede aufweisen können. Kappenisolatoren beginnen u. U. schon bei verhältnismäßig niedrigen Spannungen in der Kappe und am Klöppel zu glimmen. Der Vortragende empfahl als Abhilfe die geeignete Metallisierung der Isolatoren an den Kappen und im Klöppelloch. Er behandelte sodann die sogenannten „Alterungs"- und „Ermüdungs"durchschläge und zeigte eine Reihe typischer Durchschläge im Lichtbild.

Im weiteren ging der Vortragende auf neuere Untersuchungen an Aluminiumseilen ein und empfahl auf Grund vorliegender Erfahrungen die Untersuchung jeder Lieferung an neutraler Stelle. Stahlaluminiumseile mit kleinen Aluminiumquerschnitten sind wirtschaftlicher und auch betriebssicherer als Aluminiumseile gleichen Al-Querschnittes. Von bestimmten Querschnitten ab sind Aluminiumleitungen wirtschaftlicher, bei noch größeren Querschnitten geben Stahlaluminiumleitungen die technisch und wirtschaftlich beste Lösung.

An Hand zahlreicher Lichtbilder wurden neuere Mastgründungsarten, wie Rohrfundamente, Lorenz-Pfähle, Pilzfundamente und Larssen-Pfähle, besprochen und auf ihre Vorteile gegenüber den bisherigen Schwellen- und Betonfundamenten hingewiesen. Jede dieser Gründungsarten besitzt einen bestimmten Bereich, für den sie die wirtschaftlichste Lösung darstellt. Die Rohrfundamente sind besonders bei schlechterem Boden, bei kleinen Spitzenzügen, die Lorenz-Fundamente besonders für sehr große Spitzenzüge und schlechte Bodenarten geeignet. Die Larssen-Pfähle ergeben für schlechtesten Boden noch eine wirtschaftliche Gründung. Die Pilzfundamente sind für normale, wenn auch wasserreiche Bodenarten sehr geeignet und im weiten Bereich wesentlich wirtschaftlicher als die Schwellenfundamente. Kurven, in denen Fundamentpreise in Abhängigkeit vom Bodenmoment aufgetragen waren, erläuterten die Verhältnisse.

In einem Vortrag, den Dr.-Ing. Schmitz vor dem Gau am 29. 10. d. J. hielt, erklärte der Vortragende einleitend, daß der zulässige Dauerstrom von Schaltgeräten und das Schaltleistungsvermögen fast ausschließlich von dem guten Arbeiten der Kontakte abhängt. Beim Ölschalter verhindert das Öl die Oxydation der Kontakte, die bei Luftschaltern oft die Zerstörung einleitet. Bei Großflächenkontakten ist die metallische Berührung keineswegs 100prozentig; die beiden Kontakte berühren sich vielmehr nur in einigen Punkten, unmittelbar daneben bestehen Luftspalte, die Veranlassung zur Oxydation geben. Oxydation ist aber mit einer Volumenvergrößerung verbunden. Die wachsende Oxydschicht entfernt die Kontakte immer mehr voneinander und begünstigt dadurch weitere Oxydation. Schließlich werden Schalter mit derartigen Kontakten gebrauchsunfähig. Der Vortragende zeigte Neukonstruktionen, bei denen die Oxydation der kontaktgebenden Flächen durch sehr hohen spezifischen Druck verhindert wird. An Stelle der bislang üblichen Großflächenkontakte treten neuartige, punktförmige Kontakte, bei denen die spezifische Stromdichte an der Berührungsstelle mehrere hundert Ampere je mm² beträgt. Trotz dieser starken Stromeinschnürung tritt keine unzulässige hohe Erwärmung des Schalters ein; vielmehr wird infolge des hohen spezifischen Druckes die gewünschte metallische Berührung mit Sicherheit auch über lange Zeiträume aufrechterhalten. Nach den heutigen Erkenntnissen über Kontakte kann festgestellt werden, daß der großflächige Kontakt ohne genügend hohen spezifischen Druck den heutigen Ansprüchen nicht genügt. Kontakte mit punktförmiger Auflage und hohem spezifischen Druck sind erheblich betriebssicherer. An Hand von Lichtbildern wurde eine Reihe von Konstruktionsbeispielen der neuen Kontaktanordnung gezeigt.

BRIEFE AN DIE ETZ.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Wissenschaftlichen Leitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Näherungsrechnung zur Bestimmung der Mindestgrößen von Entstörungskondensatoren für Gleichstrommaschinen.

I.

In H. 34 der ETZ d. J., S. 943, ist ein Aufsatz von Dr.-Ing. Kurt Heinrich veröffentlicht, in dem als Ursache der durch Kommutatormaschinen verursachten Rundfunkstörungen der dem Gleichstrom infolge der Gleichrichtung überlagerte Wechselstrom genannt wird. Dieser Auffassung steht entgegen, daß die Frequenz dieses Wechselstromes normalerweise weit unterhalb derjenigen liegt, die ein Rundfunkempfänger noch aufzunehmen vermag. Die Frequenz dieses überlagerten Wechselstromes beträgt bei einem der üblichen Kleinstmotoren, die bekanntlich beträchtliche Rundfunkstörungen verursachen können, bei 7 Stegen des Kommutators und einer Drehzahl von rd. 1200 U/min

$$f = \frac{A\,n}{60} = \frac{7 \cdot 1200}{60} = 140 \text{ Hz},$$

was einer Wellenlänge von $2{,}14 \cdot 10^6$ m entspricht. Die Resonanzkreise in Rundfunkempfängern sind jedoch bekanntlich so ausgebildet, daß sie höchstens Wellen in der Größenordnung von 10^3 m noch aufnehmen können.

Daß diese Schwingungen auch auf keinen Fall zu größeren Störungen führen können, zeigt die Nachrechnung des Strahlungswiderstandes einer Antenne bei dieser Wellenlänge. Im vorliegenden Fall ist als Antenne der Motor mit den anschließenden Leitungen anzusehen. Dieser Strahlungswiderstand, der Energie verbraucht, jedoch

außerhalb des Leiters, bestimmt die ausgestrahlte Leistung nach der Formel

$$N = R_s I^2.$$

R_s ist der Strahlungswiderstand, der von Hertz zu

$$R_s = k \left(\frac{h}{\lambda} \right)^2$$

angegeben wurde. k ist eine Konstante, λ die Wellenlänge und h die wirksame Höhe der Antenne. Man sieht, daß der Strahlungswiderstand einer Antenne mit wachsender Wellenlänge schnell abnimmt. Gewöhnlich liegen die Werte für R_s in der Größenordnung von 10 Ω, während für eine Wellenlänge von 10^6 m dieser Widerstand bereits auf einer Größe von 10^{-3} Ω angekommen ist.

Die Tatsache, daß es sich bei den fraglichen Störungen niemals nur um eine einzige Störfrequenz handelt, wie es nach der genannten Arbeit der Fall sein sollte, sondern um ein ganzes Band, das oft von etwa 50 m bis über 2000 m reicht, spricht gegen die genannte Ursache. Im vorliegenden Fall entstehen die hochfrequenten Störungen vielmehr durch die Stromunterbrechungen an den Bürsten und dem Stromwender, welche den stark gedämpften Schwingungskreis erregen, den jede Maschine infolge ihrer Induktivität und Eigenkapazität ihrer Wicklungen bzw. Kapazität gegen Erde bildet. Es genügt, in diesem Zusammenhang auf den von F. Conrad und K. Krambeer bearbeiteten Aufsatz in den „Veröffentlichungen aus dem Gebiete der Nachrichtentechnik" Bd. 1 (1931) S. 211 hinzuweisen.

Stuttgart, 30. 8. 1935. Ing. Walter Urban.

II.

Den Ausführungen von Dr.-Ing. Kurt Heinrich ist nicht in allen Punkten zuzustimmen. Gleichstrommaschinen bzw. -motoren stören den Rundfunk nicht durch die von ihnen erzeugten tonfrequenten Oberschwingungen[1]) — abgesehen vom Netzgeräusch bei schlechtgefilterten Gleichstromempfängern —, sondern hauptsächlich durch die hochfrequenten Schwingungen, die infolge der Funkenbildung am Stromwender entstehen.

Abgesehen von dieser falschen Voraussetzung zeigt auch die Berechnung an sich einige Mängel: Nach Zeile 14 ff müssen die Störschutzkondensatoren so bemessen sein, daß sie dem überlagerten Wechselstrom einen „bequemen Durchgang zur Ableitungsstelle (Erde)" bieten. Diese Angabe kann nicht die Grundlage für eine Berechnung bilden; es müßte vielmehr heißen: Die Kondensatoren sind so zu bemessen, daß die Klemmenspannung der Oberschwingungen (unmittelbar am Generator bzw. Motor gemessen) einen gewissen (Erfahrungs-) Wert nicht überschreitet. In der Gl. (7) $C = \Delta I / 2 \pi f U$ sind ΔI und U natürlich Wechselgrößen; man darf daher für U nicht, wie in den Beispielen geschehen, die Gleichspannung 220 V einsetzen. Die Gl. (8) ist unbrauchbar. Man darf nicht vom Strom (ΔI) ausgehen, denn dessen Form und Größe hängen wesentlich vom Wechselstromwiderstand des Netzes ab. Fest liegt lediglich die Oberwellen-Leerlaufspannung. Die Größe des Kondensators wäre also nach obigem so zu bemessen, daß auch für die Grundfrequenz der Störspannung die Klemmenspannung den höchstzulässigen Erfahrungswert nicht übersteigt. Dazu müßte man aber die Wechselstromwiderstände der Maschine und des Netzes kennen. Die Berechnung wird dadurch recht umständlich, wenn nicht undurchführbar.

Bei richtiger Durchführung dieser Berechnung ergäben sich Kapazitäten, die zwar auch die hochfrequenten Störungen unterdrücken würden, für diesen Zweck aber vielfach überbemessen, also unwirtschaftlich wären. Daß dies bei den in den Beispielen errechneten Kapazitäten nicht der Fall ist, ist auf die angedeuteten Fehler zurückzuführen; sie sind Zufallsergebnisse ohne praktischen Wert. Im übrigen liegen längst Erfahrungswerte für die Entstörung von Gleichstrommaschinen vor. Für Registrierkassenmotoren z. B. sind Kondensatoren von etwa 0,1 μF erforderlich.

Magdeburg, 3. 9. 1935.

Dipl.-Ing. H. Lange, Postassessor.

III.

Die Abhandlung von Dr. Heinrich enthält verschiedene Unrichtigkeiten. Im Interesse der sich in letzter Zeit beachtlich klärenden Auffassung über das Wesen und die physikalischen Vorgänge bei der Rundfunkentstörung kann auf deren Richtigstellung nicht verzichtet werden.

Bei den in Gleichstromnetzen auftretenden, von Maschinen verursachten Störungen des Rundfunkempfangs ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen Störungen niederfrequenter und solchen hochfrequenter Natur. Störungen niederfrequenter Natur liegen dann vor, wenn die Schwingungen in der Netzspannung, bedingt durch den Kommutierungsvorgang der Maschinen, solche Größen annehmen, daß die in den Rundfunkempfangsgeräten mit Gleichstrom-Netzanschluß vorhandenen Glättungs- und Siebmittel nicht mehr in der Lage sind, diese Schwingungen vom eigentlichen Empfängerteil fernzuhalten. — Während einer bald vierjährigen Tätigkeit im Rundfunkentstörungsdienst in einem Gebiet, das über 50 Gleichstrom-Kraftwerke enthält (private Zentralen nicht eingerechnet!), sind mir derartige Störungen nur in prozentual verschwindend kleiner Zahl begegnet. Sehr bekannt ist diese Art von Störungen jedoch aus Netzen, die von Quecksilberdampf-Gleichrichtern gespeist werden.

Störungen hochfrequenter Natur hängen mit dem Kommutierungsvorgang nur insofern zusammen, als sie durch die bei diesem Vorgang auftretenden, unter Umständen mikroskopisch kleinen Funken ausgelöst werden. Daß diese Störungen hochfrequenter Natur sind, geht aus ihrem Verhalten einwandfrei hervor. Untersucht man diese Störspannungen mit Hilfe eines Kathodenstrahl-Oszillographen, so zeigt sich, daß sie meist aus einer Gruppe von hochfrequenten Spannungsstößen bestehen. Diese Gruppe wiederholt sich jeweils mit Kommutatorfrequenz. Diese Störungen hochfrequenter Natur werden, da nur sie in der Rundfunkentstörungstechnik eine wesentliche Rolle spielen, meist kurzerhand als Rundfunkstörungen durch Gleichstrommaschinen bezeichnet.

Nach diesen grundsätzlichen Feststellungen, die in dem gesamten maßgebenden Schrifttum über Rundfunkentstörungstechnik der letzten Zeit wiederholt klar zum Ausdruck gebracht worden sind, soll auf einige Einzelheiten der obengenannten Veröffentlichung eingegangen werden. — Die von Dr. Heinrich in Abb. 1 wiedergegebenen Stromkurven gelten, rein Ohmsche Belastung vorausgesetzt, nur dann, wenn die Wicklung des Stromerzeugers aus einzelnen, elektrisch nicht leitend verbundenen Spulengruppen besteht, die in einem homogenen Magnetfeld mit konstanter Geschwindigkeit umlaufen. Diese der ganzen Erörterung zugrunde gelegte Wicklungsart wird jedoch praktisch selten oder gar nicht verwendet. Vielmehr entsteht die Klemmenspannung einer Maschine als Summe der Teilspannungen hintereinander geschalteter Wicklungsgruppen. Die überwiegende Zahl dieser Wicklungsgruppen bewegt sich so, daß ihre induzierten Teile in einem homogenen Feld mit annähernd gleichförmiger Geschwindigkeit senkrecht zu den Kraftlinien laufen. Ihr Teilspannungsbeitrag ist annähernd konstant. Nicht zutreffend ist dies nur für die kurz vor der Kommutierung oder in der Kommutierung befindlichen Gruppen. Die Größe der Pulsation ist damit abhängig vom Verhältnis der Zahl der Gruppen, die veränderliche Beiträge bringen, zu der Zahl jener, die konstante Beiträge liefern, sowie vom Verlauf des Kommutierungsvorgangs.

Wie schon eingangs erwähnt, ist es unrichtig, wenn der dem Gleichstrom überlagerte Wechselstrom für das Zustandekommen der Rundfunkstörungen verantwortlich gemacht wird. Der Verfasser beschränkt sich darauf, zu sagen, daß dem überlagerten Wechselstrom ein bequemer Durchgang zur Ableitungsstelle (Erde) geboten werden solle. Die Schwingungsfrequenz liegt im allgemeinen im mittleren Tonfrequenzbereich. Zweifelsfrei liegen quasistationäre Vorgänge vor. Der besagte Wechselstrom kann also nur in einem geschlossenen Leiterkreis zustande kommen. Wie dies über Erde möglich sein soll, ist nicht einzusehen. Weiterhin wäre die Frage zu erörtern, wann ein derartiger Leitungsweg als bequem anzusehen ist. Angaben von Widerstandswerten sind hier unerläßlich. Um die vom Verfasser beabsichtigte Wirkung zu erzielen, müßten die Kondensatoren zwischen die beiden Bürsten bzw. die abgehenden Leitungen geschaltet werden.

Die in Gl. (7) und (8) vom Verfasser eingeführte Größe U stellt eine Wechselspannung von der Frequenz f dar, die, an einen Kondensator C gelegt, einen gewissen Wechselstrom ΔI zur Folge hat. Es ist also keinesfalls

[1]) Vgl. Zeile 9 des Aufsatzes von Dr. Heinrich: „Dieser überlagerte Wechselstrom verursacht die Rundfunkstörungen usw."

statthaft, wie dies in den beiden Beispielen geschieht, hierfür einen Gleichspannungswert, nämlich die Spannung zwischen einer Bürste und Erde, einzusetzen. Daß sich bei den beiden durchgeführten Berechnungen zufälligerweise Kapazitätswerte solcher Größenordnung ergeben, wie sie bei der Rundfunkentstörung, d. h. bei der Beseitigung hochfrequenter Störspannungen, tatsächlich mit Erfolg verwendet werden, ist für die Beurteilung des vom Verfasser abgeleiteten Ergebnisses ohne Bedeutung.

Zusammenfassung. — Der Verfasser obengenannter Abhandlung geht von Voraussetzungen elektrischer Natur aus, die den tatsächlichen Verhältnissen geradezu widersprechen. Damit wird das Ergebnis für die Praxis unbrauchbar und ist geeignet, grundsätzlich falsche Ansichten über das Wesen der Rundfunkstörungen und deren Behebung zu verbreiten. Mit aller Entschiedenheit muß demgegenüber festgestellt werden, daß

1. die unter der Bezeichnung „Rundfunkstörungen durch Gleichstrommaschinen" zusammengefaßten Störungen überwiegend solche hochfrequenztechnischer Natur sind,
2. die Kommutatorfrequenz nur die zeitliche Aufeinanderfolge der einzelnen Störspannungsgruppen bestimmt,
3. die Größe der Hochfrequenzstörspannung nur bedingt ist durch die mit der Stromwendung zusammenhängende Funkenbildung zwischen Bürsten und Stromwender sowie durch die hochfrequenztechnischen Eigenschaften der angeschlossenen Leitergebilde,
4. aus den üblicherweise bekannten elektrischen Bemessungen der Maschine (Angaben auf dem Leistungsschild) weder sichere Rückschlüsse auf den Grad der von dieser Maschine erzeugten Rundfunkstörungen gezogen noch die Größen erforderlicher Störungsschutzmittel berechnet werden können.

Tübingen, 9. 9. 1935. Dr. W. Himmelreicher.

IV.

Zu dem Aufsatz von Herrn Dr. Heinrich möchte ich folgende kritischen Bemerkungen machen: Der Verfasser versucht die Größe der Entstörungselemente für Gleichstrommaschinen nach reinen Verfahren der Starkstrom- bzw. Niederfrequenztechnik zu berechnen. Seiner Ansicht nach werden Rundfunkstörungen nur durch den Kommutierungsvorgang und die hierdurch entstehenden niederfrequenten Schwingungen hervorgerufen, deren Amplitude die Stärke der Störungen bedingt. Diese Annahme ist nicht richtig! Vielmehr ist das ganze Problem der Rundfunkbeeinflussung durch elektrische Maschinen nur lösbar durch die Verfahren der Hochfrequenztechnik und Elektroakustik. Die Empfangsstörungen durch elektrische Maschinen hängen nur mittelbar mit dem Kommutierungsvorgang bei der Stromentnahme durch die Schleifbürsten vom umlaufenden Stromwender zusammen, nämlich insofern nur, als beim Übergang der Bürste von einem Steg zum anderen, oder im Augenblick einer zufälligen Bürstenabhebung beim schnellen Umlauf des Motors Spannungssprünge mit zahlreichen Spitzen auftreten, die ihrer Zusammensetzung nach ein sehr breites Frequenzspektrum umfassen, das bis in den Bereich der Rundfunkfrequenzen reicht. Wenn man Entstörungselemente für Motoren berechnen will, so muß man zunächst die Störfähigkeit des Motors selbst kennen, ferner seine hochfrequenten Eigenschaften. Schließlich muß angegeben werden, welcher Entstörungsgrad durch die Kondensatoren erreicht werden und nach welchem Verfahren er bestimmt werden soll. Bekanntlich entstehen Störungsspannungen zwischen verschiedenen Schaltpunkten des Motors. Vorausgesetzt, daß der Ansatz des Verfassers richtig wäre, könnte man günstigstenfalls die zwischen den Anschlußklemmen wirkende Störungsspannung, nicht aber die zwischen Gehäuse und Anschlußleitungen wirkenden, sogenannten unsymmetrischen, hochfrequenten elektromotorischen Störungskräfte berechnen, die den Störungsgrad der Maschine wesentlich bestimmen. Beim Studium des umfangreichen Schrifttums über Rundfunkstörungen durch elektrische Maschinen hätte der Verfasser seinem eigenen Lösungsverfahren kritischer gegenüberstehen müssen.

Berlin, 8. 10. 1935. Dr. Friedrich Conrad.

V.

Der Gedanke, die Kondensatoren aus den mechanischen Daten der Maschine zu berechnen, ist sehr fruchtbar, wenn man dabei bedenkt, daß die Störspannung im Rundfunkband ein Teil des Fourierspektrums ist, das bei jeder sprunghaften Änderung des Stromes auftritt. Die Intensität der Störung, streng genommen deren EMK, hängt ab von der Größe der Zustandsänderung des Stromkreises und vom zeitlichen Verlauf des Ausgleichsvorganges. Bei einer Gleichstrommaschine muß man dabei zwei Ausgleichsvorgänge unterscheiden:

1. das Weiterschalten des Ankerstromes von Steg zu Steg des Kommutators,
2. den in der kommutierenden Spule auftretenden Kurzschlußstrom, der von der Höhe der in dieser Spule beim Kommutieren vorhandenen EMK abhängt.

Die erste Teil-EMK der Störung ist immer vorhanden und belastungsabhängig. Sie ist konstruktiv nicht zu beeinflussen. Die zweite Teil-EMK ist nur dann vorhanden, wenn die Kommutierung nicht spannungslos erfolgt, also wenn die Bau- und Wickelart dieses nicht zuläßt oder wenn die Bürstenstellung nicht richtig gewählt ist. Diese Teil-EMK ist nur dann belastungsabhängig, wenn sich die Kommutierungszone mit der Belastung verschiebt. Dieser Teil der EMK ist demnach sehr gut konstruktiv zu beeinflussen.

Die Bedeutung des Verfahrens von Herrn Dr. Heinrich liegt nun darin, daß man unter bestimmten Voraussetzungen, die in der Praxis sehr oft gegeben sind, die Höhe dieser sich aus beiden Teilen zusammensetzenden Stör-EMK auf ein höchstzulässiges Maß beschränken kann, indem man sie mit einem Kondensator belastet. Dieser Kondensator muß aber so klein sein, daß er den hochfrequenten Innenscheinwiderstand des Störers ebensowenig beeinflußt wie den hochfrequenten Netzscheinwiderstand. Daraus folgt, daß dieses Verfahren in der Hauptsache für Hauptschlußmotoren mit symmetrischen Feldwicklungen anwendbar ist und in der Praxis seit langem unbewußt angewendet wird. Anders ist nämlich die zuverlässige Beschaltung von Staubsaugermotoren in der Fabrik nicht zu erklären. Man vergleiche den Ort der Beschaltung: die Bürsten und die Größe der Beschaltungskapazität: stets kleiner als 100 000 cm. Ist die Kapazität größer, dann stellen sich sofort einander widersprechende Ergebnisse ein. Jeder Praktiker wird mir das bestätigen können. Würde man also nach dem Heinrichschen Verfahren einen Kondensator errechnen, dessen Kapazität wesentlich über 100 000 cm liegt, dann führt er nur zum Erfolge, wenn gewisse Voraussetzungen über Höhe und Art des Netzscheinwiderstandes und des Innenscheinwiderstandes erfüllt sind, die von sich aus nur eine kapazitative Beschaltung als die einzig mögliche zulassen. Sind diese Voraussetzungen nicht gegeben, dann kann die Beschaltung mit diesem Kondensator nur zu einer Verstärkung der Störung führen, obwohl dadurch die Stör-EMK herabgesetzt wird.

Um auf das eigentliche Thema zurückzukommen: Der Funken ist nicht der Missetäter. Man kann keineswegs behaupten, wenn man auf dem Boden des erfahrungsmäßig Gegebenen bleiben will: Diese Maschine stört nicht, weil sie nicht funkt, oder umgekehrt, diese Maschine ist nicht entstört, weil sie noch funkt. Nun ist nicht zu leugnen, daß eine Verringerung der Spannung der Grundfrequenz eine Verringerung der Spannung der Harmonischen nach sich zieht. Es ist nur die Frage: Wie groß darf die Spannung der Grundschwingung sein, damit die Oberschwingungen, die im Rundfunkbereich liegen, den Rundfunk nicht mehr stören? Es handelt sich hierbei um die Größe von U in Formel (8) oder in Abb. 2 der genannten Arbeit.

Zweifellos ist es irrig, wie es der Verfasser der genannten Arbeit tut, hier die Netzspannung bzw. die Spannung einer Bürste gegen Erde einzusetzen. Dadurch würde weder die Spannung der Grundschwingung noch die der Oberschwingungen geändert werden. Anderseits wäre es unwirtschaftlich, hier einen möglichst kleinen Wert einsetzen zu wollen, weil dadurch die Kosten der Entstörung unwahrscheinlich hoch werden würden. Man muß also die tatsächlich herrschenden Verhältnisse berücksichtigen und die notwendige Herabsetzung der Grundspannung abhängig machen von den in der Empfangsanlage auftretenden Störspannungen. Zu diesem Zweck ist zu überlegen, wie der Zusammenhang zwischen Störspannung an den Klemmen der Maschine und der Störspannung in der Antenne

oder der Netzsteckdose des Rundfunkgerätes ist. Die Stör-EMK der Maschine gleicht sich aus über den inneren Widerstand Z_i und den Netzscheinwiderstand Z (vgl. beistehende Abb. 1). Dabei entsteht am Netzscheinwiderstand, also an den Klemmen der Maschine, die Störklemmenspannung U_k. Dabei ist es zunächst gleichgültig, ob

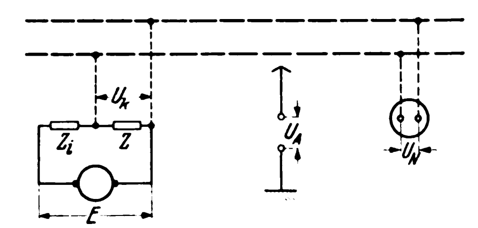


Abb. 1. Störspannungen an Maschinenklemmen, Antenne und Netzsteckdose

die symmetrische oder die unsymmetrische Störspannung hauptsächlich zur Übertragung der Störung beiträgt. Wir wollen diese Frage hier offenlassen und allgemein von der Störklemmenspannung sprechen. Die Überlegungen und die Formeln gelten in gleicher Weise für beide Störspannungen. Es gilt:

$$U_k = E \frac{Z}{Z + Z_i} = 0.$$

Wir nennen $k = \frac{Z}{Z + Z_i}$ die Anpassung des Störers an die Leitung.

Die Störspannung breitet sich auf der Speiseleitung der Maschine aus und induziert in der Empfangsantenne die Störspannung U_A. Nennen wir $U_A/U_k = \ddot{U}_A$ die Übertragungsbedingung der Antennenstörspannung, dann ergibt sich für die Störspannung in der Antenne folgende Beziehung:

$$U_A = k\,E\,\ddot{U}_A.$$

Ähnliche Beziehungen ergeben sich für die in der Netzsteckdose auftretende Störspannung:

$$U_N = k\,E\,\ddot{U}_N.$$

Daraus sieht man, daß, abgesehen von der Übertragungsbedingung, die man allenfalls bei der Antenne, nicht aber bei der Netzstörspannung ändern kann, zwei Wege für die Herabsetzung der Störspannung möglich sind: Entweder ändert man k oder man setzt die Stör-EMK E herab. Letzteres war der Zweck der angeführten Arbeit. Wir wollen uns also nur mit dieser Möglichkeit befassen.

In der Antenne entsteht neben der Störspannung auch noch die Nutzspannung, die man möglichst allein zu empfangen wünscht; wir wollen sie U_s nennen. Erfahrungsgemäß ist der Empfang dann störfrei, wenn Nutzspannung und Störspannung in einem bestimmten Verhältnis stehen, also wenn

$$\frac{\text{Nutzspannung}}{\text{Störspannung}} = p.$$

Die Spannung, die gerade dieser Bedingung genügt, nennen wir Grenzspannung: $U_{gr} = U_s/p$. Die Grenzspannung stellt sich ein, wenn die Klemmenspannung einen bestimmten Höchstwert $U_{k_{max}}$ nicht überschreitet, und wir erhalten schließlich:

$$U_{k_{max}} = U_k \frac{U_S}{p\,U_A}.$$

Da die Amplituden der Oberschwingungen der Grundamplitude proportional sind, folgt für die Spannung der Grundfrequenz

$$U_{max} = U \frac{U_S}{p\,U_A}.$$

Dieser Wert wäre in die Gl. (8) einzusetzen, um den richtigen Wert für die Kapazität C zu errechnen, der den herrschenden Verhältnissen Rechnung trägt.

H a n n o v e r, 27. 10. 1935.

Dipl.-Ing. Walter O e h l e r k i n g.

Erwiderung.

Der von mir in Heft 34 der ETZ 1935 veröffentlichte Aufsatz „Näherungsrechnung zur Bestimmung der Mindestgrößen von Entstörungskondensatoren für Gleichstrommaschinen" hat offenbar bei einigen Lesern den Eindruck erweckt, als ob ich die durch Gleichstrommaschinen bedingten Rundfunkstörungen überhaupt nur auf den überlagerten Wechselstrom zurückführe. Diesen Eindruck zu erwecken, war nicht der Zweck des Aufsatzes. Ich habe in der Überschrift ausdrücklich von Mindestgrößen gesprochen. Um noch deutlicher zu sein, hätte ich sagen sollen, daß die Entstörung der Maschinen zum mindesten für den überlagerten Wechselstrom ausreichen muß. Ich schrieb auch in Zeile 13 folgendes: „Daß die Störschutzkondensatoren mindestens so zu bemessen seien, daß sie den überlagerten Wechselstrom . . . . . .". Nur auf diesen Wechselstrom bezog sich meine Arbeit, nicht aber auf die gesamte Störung. Das Schrifttum, auf das ich auch aufmerksam gemacht worden bin, ist mir bekannt. Ich selbst habe wiederholt nach dieser Richtung hin veröffentlicht und sehr viele Untersuchungen, besonders über das Entstehen gedämpfter Schwingungen hochfrequenter Art beim Kommutieren ausgeführt[1]). Ebenso untersuchte ich Störungen durch Quecksilberdampf-Gleichrichter. Hierüber habe ich auch in der ETZ berichtet[2]).

Nach meinen Erfahrungen und den Erfahrungen einer großen Zahl anderer, die ebenso wie ich in der Entstörung tätig waren, ist besonders auf dem Lande, wo noch immer in kleinen Landstädtchen Gleichstrommaschinen arbeiten, sehr viel damit getan, zunächst den Einfluß des überlagerten Wechselstromes zu beseitigen. Aus diesem Grunde entwickelte ich die einfache Formel, die sich letzten Endes tafelmäßig fassen läßt und dem Installateur wenigstens einigermaßen Anhalt für die Auswahl der Störkondensatoren bietet. Es liegen genügend Ergebnisse vor, daß die Anwendung der Formel durchaus ihren Zweck erreicht hat. Wenn beispielsweise entgegnet wird, daß sich Netzgeräusche, die auf den überlagerten Wechselstrom zurückzuführen sind, durch entsprechende Siebeinrichtungen im Empfangsgerät selbst beseitigen lassen, so widerspricht dies den gemachten Erfahrungen zum mindesten bei alten Gleichstrommaschinen. Es ist selbstverständlich, daß beispielsweise gerade die von mir oben erwähnten ausgelösten gedämpften Schwingungen einen erheblich größeren Einfluß haben können. In meinem Aufsatz hat es sich aber darum gehandelt, zunächst das Nächstliegende, nämlich den überlagerten Wechselstrom als solchen, unschädlich zu machen.

B e r l i n, 22. 10. 1935. K. H e i n r i c h.

Elektrische Erscheinungen bei Menschen und Tieren.

Zu dem in der ETZ 56 (1935) H. 46, S. 1248 veröffentlichten Vortrag des Herrn H. K o c h möchte ich folgendes beitragen: Die Reizung der Nerven erfolgte bisher durch galvanische Kopplung, d. h. durch Anlegen einer Elektrode an den Nervenstrang. Es wäre nun ohne weiteres denkbar, diese Erregung induktiv, d. h. mittels eines magnetischen Wechselfeldes zu erzeugen. Derartige Beobachtungen sind bisher nicht mitgeteilt. Durch Zufall habe ich die induktive Erregung des Augennervs beobachtet und durch weitere Versuchspersonen nachprüfen lassen. Bei Annäherung an eine Stromschiene, durch die ein Strom von 3000 A, 50 Hz floß, zeigte sich im Auge ein Flimmern und Blitzen. Die Wirkung war ungefähr so stark, als wenn man die Hautpartie oberhalb des Auges mit 3 V 50 Hz reizt. Versuche, die erforderliche Feldstärke zur Reizung der verschiedenen Nerven festzulegen, sind im Gange.

R e u t t e (Tirol), 18. 11. 1935.

Ing. C a r l B a l l h a u s e n.

Erwiderung.

Beobachtungen über Lichtempfindungen in starken magnetischen Wechselfeldern sind seit etwa 30 Jahren gesammelt und systematisch studiert worden. S. P. T h o m p s o n hat zur Untersuchung dieser Erscheinungen eine Spule von etwa 30 Windungen benutzt, in die der Kopf der Versuchsperson hineingesteckt wurde. Das magnetische

[1]) Vgl. z. B. H e i n r i c h, Elektro-, Radio-, Phonopraxis 3 (1934) H. 3, S. 9, H. 4, S. 11, H. 5, S. 14.

[2]) ETZ 49 (1928) S. 1296.



Wechselfeld wurde durch einen Wechselstrom von 50 Hz und bis zu 180 A erzeugt, die magnetische Feldstärke betrug maximal 1400 cgs-Einheiten. Dunlap verwendete Ströme bis zu 480 A in ähnlicher Versuchsanordnung und erzielte stärkere Lichtempfindungen. Daß also bei Annäherung an eine Stromschiene, durch die 3000 A bei 50 Hz fließen, wie bei dem von Herrn Ballhausen beschriebenen Fall, solche Lichtempfindungen auftreten, ist verständlich. Andere Forscher, C. E. Magnusson und H. C. Stevens, haben festgestellt, daß die Lichtempfindungen am deutlichsten in Wechselfeldern von einer Frequenz von 20 bis 30 Hz sind. Sie haben in ihren Versuchen die Frequenz zwischen 8 und 65 Hz geändert. Auch C. K. Drinker und R. M. Thomson haben bei Untersuchungen über die Gesundheitsschädlichkeit magnetischer Felder diese subjektiven Lichtempfindungen beobachtet. Als erster scheint E. K. Müller, der Entdecker des psychogalvanischen Reflexes, die Erscheinung beschrieben zu haben.

Über den Angriffspunkt der Reizwirkung gehen die Meinungen auseinander. Die Annahme, daß der Sehnerv unmittelbar erregt werde, wie es Herr Ballhausen schreibt, ist mehrfach vertreten worden. Doch neigt man im allgemeinen der Ansicht zu, daß die Netzhaut der Angriffspunkt der Reizwirkung ist, und diese Auffassung hat neuerdings sich experimentell stützen lassen. Der Mechanismus des Vorgangs ist dabei so zu denken, daß die roten Blutkörperchen, die eine andere magnetische Permeabilität haben als die anderen Körperflüssigkeiten, in dem umgebenden Medium schwingen und daß so die Reizwirkung entsteht, für die im Auge günstige Bedingungen vorliegen. Der Nerv könnte durch Stromschwankungen erregt werden, die durch das magnetische Wechselfeld im Organismus induziert werden. Aber bei der ungeordneten Masse von halbdurchlässigen Membranen und Elektrolyten im Organismus werden durch Induktion höchstens regellose Kreisströmchen entstehen, und eine wirkliche Nervenreizung durch Magnetfelder ist bisher nicht einwandfrei beobachtet worden[1]).

Wie aus dem Obigen hervorgeht, sind die Beobachtungen von Herrn Ballhausen nicht neu, doch handelt es sich um ein noch wenig erforschtes Gebiet, auf dem vielleicht gerade Elektroingenieure auf Grund ihrer Umwelt Gelegenheit haben, noch weitere Erfahrungen zu sammeln.

Rostock, 30. 11. 1935. Dr. Hans Koch.

[1]) Zusammenstellung des Schrifttums bei:
H. Rosenberg: Handb. d. normal. u. pathol. Physiologie, Bd. 8, Teil 2, S. 947. Berlin: J. Springer 1928.
H. Rohracher, Z. Sinnesphysiologie 66 (1935) H. 3/5, S. 173.

LITERATUR.

Besprechungen.

Einführung in die symbolische Methode der Wechselstromtechnik (Die komplexe Vektorrechnung). Leitfaden für Studierende der Elektrotechnik. Von Prof. Dr. O. Müller. Mit 35 Textabb., VI u. 93 S. im Format A 5. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1935. Preis kart. 4,80 RM.

Die komplexe Vektorrechnung gehört heute zum unentbehrlichen Rüstzeug jedes Elektrotechnikers und wird daher in vielen größeren Werken kurz gestreift. O. Müller hat angesichts der Wichtigkeit der auch als „symbolische Methode" bezeichneten Rechnungsart seinen im Jahre 1922 im „Helios" und später als Sonderdruck erschienenen Aufsatz über „Die Grundlagen der symbolischen Methode der Wechselstromtechnik" in erweiterter Form herausgebracht. Um dem Anfänger jede Scheu vor der symbolischen Methode überwinden zu helfen, legt der Verfasser besonderen Wert auf eine sehr ausführliche Herleitung der Grundlagen. Ausgehend von der graphischen Darstellung der Wechselstromgrößen werden die symbolische Methode — Einführung der imaginären Einheit j —, die Darstellung der komplexen Zahl in den 3 Hauptformen — Normalform, trigonometrische Form, Exponentialform —, die Rechenregeln der komplexen Zahlen analytisch und graphisch, die konjugiert komplexen Zahlen, die Inversion, die Grundgesetze der Wechselstromtechnik in komplexer Darstellung, d. h. im wesentlichen die Operatoren für den rein ohmschen Widerstand, verlustfreie Induktivitäten und Kapazitäten sowie deren Reihen- und Parallelschaltungen, und mit letzteren auch die Leitwerte, endlich die Wechselstromleistung in komplexer Darstellung in breitem Rahmen behandelt. Es folgen einige allgemeine Anwendungen der symbolischen Methode und zahlenmäßige Rechenbeispiele, um dem Studierenden, für den das Buch vorwiegend bestimmt ist, zu einer gewissen Fertigkeit in der Beherrschung des behandelten Stoffes zu verhelfen. Diese, wie sie der Verfasser selbst nennt, typischen Beispiele finden sich größtenteils in Büchern, die dem gleichen Stoff gewidmet sind. Die komplexe Rechnung ist so vielseitig anwendbar, daß es verdienstlich gewesen wäre, Drehfelder und unsymmetrische Mehrphasensysteme in die Betrachtung mit einzubeziehen.

Einige Ratschläge sollen den Wert des Buches nicht herabsetzen: Daß sinusförmige Spannung an einer beliebigen Kombination konstanter Widerstände sinusförmige Ströme ergibt, sollte besser bewiesen als nur „vermutet" werden (S. 43, 52). Für den Absolutwert von $\mathfrak{Z}_1 + \mathfrak{Z}_2$ sollte man immer richtiger $|\mathfrak{Z}_1 + \mathfrak{Z}_2|$ (S. 64) statt $Z_1 + Z_2$ (S. 58) schreiben. Der Verfasser der vielgenannten und ganz allgemein anerkannten „Theorie der Wechselströme" schreibt sich Fraenckel.

Druck und Ausstattung des Buches sind sehr gut, der Preis ist leider etwas hoch. Möge das klargeschriebene Buch trotzdem die Verbreitung finden, die es verdient.

G. Hauffe.

Impregnated Paper Insulation. The inherent electrical Properties. Von Prof. J. B. Whitehead. (Monograph Nr. IV d. National Research Council Committee on Electrical Insulation). Mit zahlr. Abb., XIII u. 221 S. im Format 155 × 235 mm. Verlag John Wiley & Sons, Inc., New York u. Chapmann & Hall, Ltd., London 1935. Preis geb. 20 sh.

Der in den V. S. Amerika bestehende Forschungsrat „National Research Council" hat in seiner Abteilung „Engineering and Industrial Research" ein „Committee on Electrical Insulation", auf dessen Veranlassung mehrere Monographien über Fragen der Isolierforschung herausgegeben worden sind. Als Nr. 4 dieser Reihe erscheint das vorliegende Buch über die elektrischen Eigenschaften trockener und getränkter Papiere, aus der Feder des bekannten Gelehrten der Johns Hopkins Universität in Baltimore. Über die technische Bedeutung des behandelten Gebiets ist kein Wort zu verlieren; die stürmische Entwicklung des Kabel- und Kondensatorenbaus drängt zu eingehender Erforschung des tragenden Werkstoffs Papier. Da ist es außerordentlich zu begrüßen, wenn der Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis von einem ersten Fachmann, unter dessen Führung eine große Zahl einschlägiger Arbeiten entstanden ist, zusammenfassend dargestellt und kritisch beleuchtet wird. Die wichtigsten Abschnitte des Buches behandeln: Allgemeine physikalische Gesichtspunkte über getränkte Papiere — Elektrisches Verhalten trockener Papiere — Elektrische Eigenschaften von Isolierölen — Luftreste und Ionisierung bei der Tränkung — Kapillareigenschaften von Papier und Öl — Die einzelnen Faktoren für die dielektrischen Eigenschaften des getränkten Papiers — Fragen der Lebensdauer — Allgemeine praktische Fragen. — Ein Anhang befaßt sich mit den Beziehungen zwischen dem Gleichstrom- und dem Wechselstromverhalten der Dielektrika, insbesondere mit der Vorhersage der Wechselstromeigenschaften auf Grund von Gleichstrommessungen. Das „von Schweidlersche Verfahren", aus dem Unterschied des Stroms bei Aufladung und bei Entladung mit gleicher angelegter Spannung den Leitfähigkeits- und den Absorptionsanteil der Verluste zu bestimmen, wird näher erörtert. Im Institut des Verfassers sind die erforderlichen oszillographischen und verstärkertechnischen Hilfsmittel durchgebildet worden. — Alles in allem ist das Werk wohl geeignet, die Plattform für künftige Fortschritte der Technik der Papierisolation zu bilden. Jeder auf diesem Gebiete Tätige, wie auch der allgemein an Isolierstoffen Interessierte wird dem Buche wertvolle Anregungen entnehmen können. R. Vieweg VDE.

Nel Cinquantenario della Società Edison. 1884/1934. Herausg. v. d. Società Edison, Mailand. Bd. 1: Cinquant'anni di evoluzione delle costruzioni idrauliche, dei motori primi, delle machine e delle condutture elettriche. Mit zahlr. Abb., XV u. 510 S. im Format

250 × 320 mm. Bd. 2: Caratteri e sviluppo dell'industria elettrica nell'economia italiana. Mit zahlr. Abb. u. 487 S. im Format 250 × 320 mm. Bd. 3: Lo sviluppo dell'industria elettrica nel mondo. Mit zahlr. Abb. u. 632 S. im Format 250 × 320 mm. Bd. 4: Lo sviluppo della Società Edison e il progresso economico di Milano. Mit zahlr. Abb. in 273 S. im Format 250 × 320 mm. Mailand 1934.

Anläßlich ihres 50jährigen Bestehens hat die Società Edison ein vierbändiges Werk herausgegeben, in dem in umfassender Weise die technische und wirtschaftliche Entwicklung der Elektrizitätsindustrie der ganzen Welt im allgemeinen und derjenigen in Italien und bei der Edison-Gesellschaft im besonderen dargestellt ist. Bei dem ganzen Aufbau des Druckwerkes erkennt man die Hand von Giacinto Motta, dem Führer des Unternehmens. Der Versuch, die Entwicklung des halben Jahrhunderts der Gesellschaft darzustellen, die auch beinahe die ersten 50 Jahre der Elektrotechnik sind, muß als außerordentlich gelungen bezeichnet werden.

Im ersten Bande werden in geschichtlicher Folge die Fortschritte der Erzeugungs- und Verteilungsanlagen behandelt. Die ganze Entwicklung der Wasserkraftbauten, der Turbinen, der Wärmekraftmaschinen und ihrer Kraftwerke, der Hochspannungsnetze und der städtischen Verteilungsanlagen ist in reich bebilderten Aufsätzen von italienischen Fachleuten aufgerollt. Der zweite Band schildert die Entwicklung der Elektrizitätsindustrie statistisch und wirtschaftlich gesehen, außerdem die hydrologischen Verhältnisse in Italien und die Mechanisierung sowie Elektrisierung der italienischen Industrie.

Um die Entwicklung der Edison-Gruppe im Gesamtrahmen der Weltelektrizitätserzeugung beurteilen zu können, beschäftigt sich der dritte Band eingehend mit derjenigen anderer wichtiger Länder wie Deutschland, Amerika, England, Frankreich, Canada, Schweiz, Schweden, UdSSR und Japan. Mit außerordentlicher Sorgfalt ist eine Menge statistischen Materials zusammengestellt und wertvolle Quellenangaben gemacht. Im vierten Bande ist endlich die geschichtliche Entwicklung der Edison-Gruppe sowohl in technischer als auch in finanzieller Hinsicht dargestellt. Da die Einführung des elektrischen Lichtes auf die ganze Wandlung einer Stadt einschneidenden Einfluß hat, so ist parallel auch die jeweilige Umwelt des bürgerlichen und städtischen Lebens der Stadt Mailand geschildert und mit sehr vielen vorzüglichen Abbildungen und Plänen anschaulich gemacht. Man erfährt, daß der Stromverbrauch im Jahre 1909 nur 16,2 kWh auf den Kopf betrug, dann 1929 seinen Höchstwert mit 78,3 kWh hatte und 1932 auf 63,6 kWh zurückging. Interessant dazu sind die Verbrauchszahlen von Gas und für wichtige Verbrauchsmittel wie Fleisch, Wein, Bier usw. in dem Verlauf der 50 Jahre, sowie die statistischen Unterlagen über Hebung des allgemeinen Wohlstandes der Bevölkerung.

Das drucktechnisch vorzüglich ausgeführte Werk ist somit eine Quelle von reichem Material für denjenigen, der sich mit der geschichtlichen Entwicklung der Elektrizitätsindustrie beschäftigt, bietet aber auch für den Kraftwerksbauer viel Wissenswertes durch die Beschreibung der großen Wasser- und Wärmekraftwerke sowie die Energieverteilung eines großen Konzerns.

Joh. Rautenkrantz.

Elektromotor v průmyslu (Der Elektromotor in der Industrie). 1. Teil: 404 Seiten mit 180 Abbildungen und 21 Tabellen. Von Ing. Jaroslav Pokorný. Herausgeber und Verlag: Tschechoslowakischer Elektrotechnischer Verband, Prag XII, 1934. Preis 9 RM.

Im Gegensatz zum „Heubach" und ähnlichen Werken des deutschen Fachschrifttums wird im vorliegenden Buch die Theorie des asynchronen Drehstrommotors nur so weit behandelt, als es für das praktische Bedürfnis unbedingt erforderlich ist, wobei die graphische Behandlung in den Vordergrund gestellt wird. Die verschiedenen Bauarten und Schaltungen des Drehstrommotors, seine Prüfung, Kühlung, Drehzahlregelung und verschiedene Sonderbauarten werden näher beschrieben, wobei sich aber der Verfasser leider ausschließlich auf die betreffenden Bauarten einer tschechoslowakischen Firma beschränkt. Zum Schluß werden einzelne Bauelemente des Drehstrommotors, wie z. B. Lager, Kupplungen, Bürstenhalter, Schleifring-Kurzschlußvorrichtungen, Zahnradgetriebe, verschiedene Schaltorgane zum Anlassen, Regeln und zum Schutz desselben näher beschrieben und Grundlagen für die Kalkulation der Fertigung sowie für die Strompreisberechnung unter Berücksichtigung des Blindstromverbrauches gegeben.

Auch der Einphasen-Asynchron- und Drehstrom-Kommutatormotor werden einer kurzen Behandlung unterzogen, während die Behandlung des Gleichstrommotors und der verschiedenen Abarten des Einphasen-Kommutatormotors einem 2. Teil des Werkes vorbehalten bleiben soll.

Soweit somit eine Beurteilung des Werkes überhaupt jetzt schon möglich ist, kann festgestellt werden, daß der vorliegende Band einen guten allgemeinen Überblick über Wirkungsweise, Bau und Verwendung des asynchronen Drehstrommotors gewährt. Das, was über den Doppelkäfiganker gesagt wird, erscheint allerdings bei den großen Fortschritten im Bau desselben und seiner wichtigen Stellung heute, insbesondere für den Antrieb von Werkzeugmaschinen u. dgl., an welcher Entwicklung deutsche und schweizerische Firmen hervorragenden Anteil besitzen, unzulänglich. Das gleiche gilt auch von der Behandlung der Regelungsfrage für gewisse Sonderzwecke, z. B. beim Antrieb von Textilmaschinen; man wird nach entsprechender Aufklärung hierüber im Buch vergebens suchen. Diese Mängel des Buches, wesentlich in seiner ausschließlichen Beschränkung auf die Bauarten einer Firma begründet, lassen das Buch trotz seiner anschaulichen Darstellungsweise für die Benutzung des reichsdeutschen Lesers, auch wenn ihm dasselbe durch eine deutsche Ausgabe zugänglich gemacht werden dürfte, weniger geeignet erscheinen. Dies auch deswegen, weil es ausschließlich nur auf die sogen. „ESČ"-Vorschriften und -Normen Bezug nimmt, die aber nicht unwesentlich von denen des VDE sich unterscheiden.

G. W. Meyer VDE.

Fernsehempfang. Bau und Betrieb einer Anlage zur Aufnahme des Ultrakurzwellen-Fernsehrundfunks mit Braunscher Röhre. Von M. v. Ardenne. Mit 80 Textabb. u. 117 S. in 8°. Verlag Weidmannsche Buchhandlung, Berlin 1935. Preis geb. 6,30 RM.

Das Buch soll, wie der Verfasser im Vorwort ausführt, den Anstoß geben zu einer intensiven Bastlertätigkeit auf dem Gebiete des Fernsehempfangs. Es beschränkt sich aber nicht auf die Angabe von Schaltungen und konstruktiven Ratschlägen, sondern vermittelt auch dem wissenschaftlich interessierten Leser einen vorzüglichen Überblick über die praktisch benutzten Verfahren und ihre Ergebnisse. Besonders wertvoll sind die zahlreichen photographische Aufnahmen vom Bildschirm, die besser als seitenlange Erläuterungen die Arbeitsweise des Fernsehempfängers und die verschiedenen Fehlermöglichkeiten dem Verständnis näherbringen.

Die vorzügliche Ausstattung des Buches verdient hervorgehoben zu werden.

Adolf Heilmann.

Die Aussichten von Zwanglaufkesseln. Eine kritische Betrachtung des derzeitigen Standes im Bau und Betrieb von Röhrendampferzeugern. Von F. Münzinger. Mit 48 Abb. im Anhang und 3 Zahlentafeln, IV u. 31 S. im Format 155 × 233 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1935. Preis kart. 5,80 RM.

Die Aussichten der neuen Kesselbauarten mit Zwangsumlauf und Zwangsdurchlauf sind deshalb sehr schwierig abzuschätzen, weil die Entwicklung auf diesem Gebiete noch zu sehr im Fluß ist und erst geringe Erfahrungen vorliegen. Das Urteil eines Fachmannes vom Rufe des Verfassers wird daher allgemeines Interesse erwecken. Nach einer kurzen Besprechung der Kessel mit natürlichem Wasserumlauf und der einzelnen Bauarten der Zwanglaufkessel, wobei besonders die Betriebssicherheit und die Wirtschaftlichkeit behandelt werden, kommt der Verfasser zu dem Ergebnis, daß das Anwendungsgebiet der neuen Konstruktionen sehr groß ist. Es umfaßt Anlagen für mittlere und hohe Drücke bei allen Leistungen, aber auch kleine Anlagen im Wettbewerb mit Großwasserraumkesseln und schließlich noch Sondergebiete, wie Spitzenkraftwerke und ähnliche Fälle. Nach diesem Urteil könnte man glauben, daß in fast allen Fällen für die Aufstellung eines neuen Dampfkessels ein Zwanglaufkessel in Frage käme. Daß dies aber nicht der Fall ist, zeigt Münzinger in den einzelnen Abschnitten seines Buches, in denen er jede der vorhandenen Sonderbauarten getrennt behandelt. Letzten Endes dürfte die Preisfrage entscheidend sein, und in dieser Beziehung sind die neuzeitlichen Hochleistungskessel mit natürlichem Was-



serumlauf schon mit verschiedenen der neuen Sonderkonstruktionen durchaus wettbewerbsfähig. — Sehr wertvoll sind auch die dem Buch beigegebenen Zahlentafeln, die über alle bisher in Betrieb gekommenen und bestellten Höchstdruckanlagen wichtige Einzelheiten enthalten. Dieses Buch wird manchem Ingenieur als Berater unentbehrlich sein.

A. Zinzen.

Wärmetechnische Tafeln. Unterlagen für die Rechnungen des Wärmeingenieurs in Schaubildern und Zahlentafeln. Herausgegeben m. Unterstützung der Wärmestelle Düsseldorf des Vereins deutscher Eisenhüttenleute. Zusammengestellt u. bearb. von Dipl.-Ing. F. Habert. Mit V S., 36 Tafeln auf 131 Blättern u. 13 S. Anhang in 4°. Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, und Julius Springer, Berlin 1935. Preis geb. in Mappe m. Schraubklammern 14,50 RM, für Mitgl. d. Vereins deutscher Eisenhüttenleute 13 RM.

Der Wärmeingenieur findet in den gebräuchlichen Taschenbüchern zwar eine Zusammenstellung der häufig gebrauchten Formeln, doch bedingt ihre Anwendung oft umfangreiche Rechenarbeit. Die Herausgeber haben sich mit bestem Erfolg bemüht, hierfür dem Ingenieur ein arbeitsparendes Hilfsmittel in die Hand zu geben. Auf 131 Tafeln sind im I. Teil des Werkes die Zustandsgrößen des Wasserdampfes (Blatt 1 bis 74), im II. Teil (Blatt 75 bis 131) die der wichtigsten Gase dargestellt. Besonders zweckmäßig ist der den Tafeln beigefügte ausführliche und klare Text über die Grundlagen der Diagramme und die Anweisung zu ihrer Benutzung. Die zeichnerischen Darstellungen sind durchweg in so großem Maßstab ausgeführt, daß sich eine für den technischen Gebrauch ausreichende Genauigkeit ergibt. Allerdings mußte dabei in Kauf genommen werden, daß die einzelnen Wasserdampfdiagramme in etwa 4 Blätter zerlegt wurden, wodurch die Übersichtlichkeit leidet. Für viele Zwecke wären gefaltete Blätter, die das Gesamtgebiet darstellen, nützlicher. Durch Verwendung schiefwinkliger Koordinaten hätte z. B. der linke Teil des *is*-Diagramms brauchbarer gemacht werden können. *Ts*-, *ip*- und *it*-Diagramme sind willkommen, das *ps*-Diagramm bietet ihnen gegenüber kaum Vorteile. Im II. Teil sind zunächst zeichnerische Zusammenstellungen der wichtigsten Zustandsänderungen der Gase und der Kreisprozesse enthalten, daran schließen sich sehr willkommene Tafeln über die spez. Wärme und die Zähigkeit. Bei der in Aussicht genommenen Fortsetzung des Werkes wären besonders *it*-Diagramme der Gase erwünscht, sowie Tafeln für verbrennungstechnische Rechnungen.

Leider befriedigt die technische Ausführung der Tafeln nicht überall. Die Verwendung nur einer Strichstärke erschwert die Übersichtlichkeit, die Beschriftung läßt besonders in den Zahlen oft an Klarheit zu wünschen übrig. Die Häufung der für verschiedene Kurven eines Diagramms geltenden Maßstäbe (z. B. 6 Maßstäbe in Blatt 7) erschwert den Gebrauch. Diese Hinweise sollen nur Anregungen für die weitere Ausgestaltung des sehr nützlichen Werkes sein.

W. Pauer.

Untersuchung von Stopfbüchsen-Packungen und Manschettendichtungen für hohen hydraulischen Druck. Von Dr.-Ing. H. Gronau. (Versuchsergebnisse des Versuchsfeldes für Maschinenelemente der Techn. Hochschule Berlin [Vorsteher Prof. F. Romberg], Heft 11.) Mit 39 Abb. u. 26 S. in 4°. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1935. Preis geh. 4 RM.

Der Verfasser hat im Institut für Maschinenelemente an der T. H. Berlin eine Prüfeinrichtung entwickelt, mit der Stopfbüchsendichtungen und -packungen unter verschiedenen Betriebsbedingungen untersucht werden können. Wenn bisher diese Packungen sich der rechnerischen Vorausbestimmung noch recht unzugänglich zeigten, so lag das an dem Mangel von exakten Versuchsergebnissen. Man hat vielfach bei Berechnungen von den Verhältnissen bei der ruhenden Packung auf die Dichtung an bewegten Elementen geschlossen und kam damit der Wirklichkeit nicht sehr nahe, wie der Verfasser an Hand seiner Untersuchungsergebnisse feststellte. In dieser Versuchseinrichtung wurden die Reibungskräfte in Abhängigkeit vom Flüssigkeitsdruck bei gleichbleibender Geschwindigkeit und umgekehrt in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit bei gleichbleibendem Druck untersucht. Es ist möglich, sowohl die Abdichtung in der Ruhe als auch in der Bewegung festzustellen. Die Dichtigkeit einer Packung wird durch Messen des Flüssigkeitsverlustes festgestellt, die Reibungskräfte durch Ablesen oder Aufzeichnen eines Federweges. Die einwandfreie Feststellung der Reibungsziffer ergab, daß diese erheblich niedriger ist, als sie im allgemeinen in dem Schrifttum angegeben wird. Die Untersuchungen erstreckten sich ferner auf die Abhängigkeit der Reibungsgröße von der Packungslänge auf den Einfluß der Anpressung durch den Stopfbüchsendeckel, auf den Einfluß des Schmiermittels und auf den Einfluß der Temperatur. Untersucht wurden Weichpackungen, Metallpackungen und Manschettenpackungen aus Leder und Guttapercha. Die Oberflächengüte der Kolbenstange und ihr Werkstoff wurde nicht mit in die Untersuchungen einbezogen. Auf die Versuchsergebnisse kann im einzelnen in dieser Besprechung nicht eingegangen werden; sie sind aber geeignet, die Grundlage für die Berechnung von Stopfbüchsenpackungen zu liefern. Das Versuchsfeld für Maschinenelemente hat sich mit der Entwicklung dieses Prüfstandes ein bleibendes Verdienst geschaffen.

H. J. Ströer.

„Hütte". Gesamtsachverzeichnis der Bände I bis IV. Herausg. v. Akademischen Verein Hütte E. V. in Berlin. 26. neubearb. Aufl. Mit XXXIV u. 161 S. im Format 130 × 200 mm. Verlag W. Ernst & Sohn, Berlin 1935. Preis geh. 2 RM, geb. Leinen 3 RM, Leder 6 RM.

Das Büchlein ist eine wertvolle Ergänzung zu den vier Bänden der „Hütte", um schnell Band und Seite für das Gesuchte zu finden. Hierzu ist ein Inhaltsverzeichnis zu den Abschnitten jedes Bandes, eine Übersicht über die wichtigsten Tafeln (I. bis IV. Bd.) und ein Gesamtsachverzeichnis mit 161 Seiten dargeboten, so daß jedes technische Stichwort aufzufinden sein dürfte. Letzteres ist eine Zusammenstellung der Sachverzeichnisse der einzelnen Bände. Wichtig sind die Ergänzungen und Berichtigungen. Zu ersteren sind z. B. Ergänzungen der Tafel 1 S. 709 Bd. I über Atomgewichte nach der Deutschen Atomgewichtstabelle 1934 und zu S. 889 Bd. I eine Notiz zu „Schweres Wasser" gebracht. Berichtigungen, die für den Elektrotechniker in Frage kommen, sind nicht zahlreich, aber immerhin neun für die Abschnitte „Elektrotechnik" Bd. II, acht für „Verkehrstechnik: Eisenbahnwesen" Bd. III, sieben für „Photographische, Kino- und Radiotechnik" Bd. IV, so daß sich eine Richtigstellung des Textes nach diesen empfehlen dürfte. In einer Ehrentafel sind die bisherigen Mitarbeiter des Taschenbuchs, in einer Zusammenstellung die an der 26. Auflage mit Hinweis auf den Band angeführt.

A. Przygode.

Festigkeitslehre mittels Spannungsoptik. Von L. Föppl u. H. Neuber. Mit 80 Abb. u. 115 S. in 8°. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin 1935. Preis kart. 6,60 RM.

Die Untersuchung der Spannungsverteilung in belasteten Körpern mit Hilfe polarisierten Lichtes wird in steigendem Maße namentlich in England, Amerika und Japan mit Erfolg angewandt. Das vorliegende Buch behandelt zum erstenmal den Gegenstand zusammenfassend in deutscher Sprache, um eine größere Verbreitung dieser Verfahren in deutschen Ingenieurkreisen zu ermöglichen. In den ersten beiden Abschnitten werden die Grundlagen für die optische Spannungsuntersuchung und die Auswertungsverfahren gegeben. Von den zu untersuchenden Konstruktionselementen wird ein scheibenförmiges Modell aus einem durchsichtigen Werkstoff, wie Glas, Zelluloid oder Kunstharz angefertigt, auf einen Tisch aufgespannt und in der gewünschten Weise durch äußere Kräfte belastet. Schickt man ebenpolarisiertes Licht senkrecht zur Plattenebene durch das Modell, so verläßt es dieses nur dann unverändert, wenn die durchstrahlte Stelle spannungslos ist. Ist die durchstrahlte Stelle jedoch verspannt, so wirkt sie doppelbrechend, d. h. das polarisierte Licht wird in Richtung der beiden Hauptspannungen aufgespalten und läßt sich im allgemeinen nicht mehr zu einem ebenpolarisierten Lichtstrahl zusammensetzen. Durch einfache optische Verfahren läßt sich der Zustand des aus der Modellplatte austretenden Lichtes untersuchen und sowohl die Richtungen der beiden Hauptspannungen als auch die Größe der maximalen Schubspannung $\frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_2)$ festlegen. Die zu einer vollständigen Definition des Spannungsfeldes noch fehlende Summe der beiden Hauptspan-

nungen $\sigma_1 + \sigma_2$ läßt sich rechnerisch oder auch mit Hilfe des Seifenhautgleichnisses von Prandtl experimentell bestimmen. Im letzten Abschnitt sind die Ergebnisse der im Föpplschen Institut der Technischen Hochschule München ausgeführten spannungsoptischen Untersuchungen zusammengestellt, aus denen hervorgeht, wie wertvoll diese Verfahren für die Festigkeitslehre trotz ihrer Beschränkung auf ebene Spannungszustände sein können. Anschließend an die Darstellung der rechnerischen Auswertungsverfahren sind schließlich im dritten Abschnitt noch einige Sonderfragen behandelt.

Das Buch, das mathematisch und begrifflich das Niveau der höheren Festigkeitslehre voraussetzt, ist außerordentlich klar und anschaulich geschrieben. Es wird all den Ingenieuren, die an einer genauen Erfassung des Spannungszustandes einzelner Konstruktionsteile interessiert sind, sehr willkommen sein. K. Sporkert.

Die praktische Werkstoffabnahme in der Metallindustrie. Von Dr. phil. E. Damerow. Mit 280 Textabb. u. 9 Taf., VI u. 207 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1935. Preis geh. 16,50 RM, geb. 18 RM.

Das Buch ist aus der Tätigkeit des Verfassers als Vorsteher der Werkstoffprüfung der A. Borsig Maschinenbau-AG. entstanden und läßt überall reiche praktische Erfahrung erkennen. Die Darstellung ist klar und übersichtlich und wird durch viele gute Abbildungen wirksam unterstützt. Allerdings ist der Inhalt nicht so umfangreich wie der Titel besagt, denn die Angaben über Stoffeigenschaften beziehen sich mit wenigen Ausnahmen nur auf Eisen und Stahl. Die allgemeinen Betrachtungen über Probenentnahme sowie die Darstellung der Prüfverfahren einschließlich Meßtechnik gelten natürlich ohne weiteres auch für andere Metalle. Einen breiten Raum nimmt mit Recht die Behandlung der sogen. technologischen Proben (Biegeproben, die verschiedenen Arten der Schmiedeproben usw.) ein; hierzu gehört auch die Einbeziehung des Bruchaussehens beim Zugversuch. Diese technologischen Proben bilden besonders auch eine wertvolle Unterlage für die Beurteilung der Sprödigkeit, die durch die Kerbschlagprobe nicht immer sicher genug erfaßt wird. Da die technologischen Proben mehr nur eine qualitative Auswertung zulassen, im Gegensatz zu den bestimmte Zahlenwerte liefernden Festigkeitsversuchen mit genauen Kraft- und Formänderungsmessungen, hat die subjektive Wertung einen größeren Spielraum; damit ist aber eine größere Schwierigkeit für die Abnahme gegeben, wenn es sich um Grenzfälle der Bewertung handelt. Daß auch metallographische und röntgenographische Verfahren Berücksichtigung finden, ist für ein neuzeitliches Buch über Werkstoffabnahme selbstverständlich, ebenso eingehender Hinweis auf die Veränderung der Werkstoffeigenschaften durch Wärmebehandlung.

In dem Abschnitt über Prüfmaschinen wäre es an Stelle der Wiedergabe von Konstruktionseinzelheiten eines einzelnen Maschinentyps zweckmäßiger gewesen, die verschiedenen Maschinentypen durch Prinzipskizzen zu erläutern und Vor- und Nachteile der einzelnen Kraftmesserarten (Laufgewichtswaage, Neigungswaage, Meßdose) gegenüberzustellen. Wenn auch ein für die Praxis bestimmtes Buch nicht mit Literaturnachweisen beladen sein soll, so würde doch wahrscheinlich gerade der Praktiker durch etwas mehr Quellenangaben das Aufsuchen von Originalarbeiten erleichtert wissen. A. Schob.

Eingegangene Doktordissertationen.

Heinz Bönig, Der Einfluß des Ausgußmaterials auf die Sicherheit von Klemmverbindungen an Drahtseilen. [Erschien auch in Kali 27, H. 19 bis 22.) T. H. Hannover 1933.

Hans Brinkmann, Zerreißversuche mit hohen Geschwindigkeiten. T. H. Hannover 1933.

Alfred Buttler, Kleine Elektrizitätswerke in wirtschaftlich schwach entwickelten Ländern. T. H. Hannover 1933.

Theodor Döring, Elastizität und Dehnung der Leinengarne und ihre Veränderung durch Gespinstbildung und Garnverarbeitung. T. H. Hannover 1933.

Richard Dziallas, Untersuchung einer Radialturbine, ein Beitrag zur Ermittlung der Winkelübertreibung. T. H. Hannover 1935.

Friedrich Karl Frank, Bestimmung der Speicherung und Wärmeabgabe elektrischer Speicheröfen für Raumheizung. T. H. Hannover 1934.

Siegfried Hellmann, Kohlenstoffverluste in Feuerungen. [Erscheint unter dem Titel „Brennstoff- u. Feuerungsuntersuchungen usw." im Verlag Boysen & Maasch, Hamburg.] T. H. Hannover 1933.

Günther Heydt, Grundlagen der Herstellung und Güteprüfung von Schleifpapieren und Schleiftüchen. [Als Buch erschienen im Verlag „Die Schleif- und Poliermittel-Industrie", Hoya (Weser).] T. H. Hannover 1933.

Werner Hofmann, Die richtige Dämpfung der Oszillographenschleifen. [Sonderdr. aus Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 12 (1933) H. 2.] T. H. Hannover 1933.

Werner Hoppe, Über die Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit elektrischer Dampfkraftwerke. T. H. Hannover 1933.

Karl Kramer, Einfluß achsialer Verschiebung auf radial belastete Wälzlager. T. H. Hannover 1935.

Harald Kranz, Strömung durch Spiralgehäuse von Wasserturbinen und Kreiselpumpen. [Erschien auch im Forschungsheft 370 „Strömungsmaschinen", VDI-Verlag.] T. H. Hannover 1934.

Ernst Krüpe, Über die in den Ketten von Wanderrosten auftretenden Zugkräfte. T. H. Hannover 1933.

Wolfgang Müller, Die Kondensatorwirkung des Bleiakkumulators bei Wechselstrom. T. H. Hannover 1933.

Louis Nawo, Abhängigkeit des elektrischen Widerstandes siliziumkarbidhaltiger Heizleiter von der Temperatur. [Erschien auch in H. 11 (1933) der Mitt. Forschungsinst. f. Elektrowärmetechn. T. H. Hannover.] T. H. Hannover 1933.

Heinz Quest, Eine experimentelle Lösung des Torsionsproblems. [Erschien im Ingenieur-Archiv IV, 5 (1933.] T. H. Hannover 1933.

Gustav Reinhardt, Untersuchungen am Umrichter mit Gleichstrom-Zwischenkreis. [Erscheint in Elektrotechn. u. Maschinenb.] T. H. Hannover 1934.

Ferdinand Schramm, Die Kosten von Laufkrananlagen in Stahlbauwerkstätten, ein Beitrag zu ihrer wirtschaftlichen Gestaltung. T. H. Hannover 1934.

Wilhelm Dietrich Schröder, Bestverwendung der menschlichen Arbeitskraft im industriellen Produktionsprozeß. T. H. Hannover 1934.

Heinrich Schröer, Das Wechselspannungs-Normal, ein neuartiger Wechselstrom-Kompensator. [Sonderdr. aus Arch. Elekrotechn. 28 (1934) H. 10.] T. H. Hannover 1934.

Ernst Schwellengreber, Beitrag zur Frage der Hochdruck-Dampfturbinen in thermodynamischer und baulicher Beziehung. (Verlag E. O. Klein, Hann.). T. H. Hannover 1934.

Hans Stack, Der Einfluß von Füllkörpern auf die Wärmeabgabe von Gasen in Rohren. T. H. Hannover 1933.

Hanskarl Voigt, Indirekte Untersuchung von Stromverdrängungsmotoren. [Auszüge sind in Elektrotechn. u. Maschinenb. erschienen.] T. H. Hannover 1933.

Hans Walther, Schnellschaltung bei Installationsschaltern mit Löschspalt. T. H. Hannover 1934.

Helmut Werkmeister, Versuche über den Verbrennungsverlauf bei Steinkohlen mittlerer Korngrößen. [Erscheint als Veröff. des Vereins z. Überwach. d. Kraftwirtsch. d. Ruhrzechen, Essen.] T. H. Hannover 1933.

Emanuel Wolff, Einfluß der Abrundung scharfer Eintrittskanten auf den Widerstand von Flügeln. [Erschien in Ingenieur-Archiv (1933) H. 6.] T. H. Hannover 1933.

Werner Zirkel, Das Temperaturfeld und die Wärmeabgabe in senkrechten Kühlschlitzen von Transformatoren mit natürlicher Luftkühlung. [Sonderdr. aus Arch. Elektrotechn. 28 (1934) H. 1.] T. H. Hannover 1933.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: Walther Windel VDE
Technisch-wissenschaftlicher Teil: Harald Müller mit H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Wirtschaftsteil: Walther Windel
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher C 4 (Wilhelm) 1955/56.

Abschluß des Heftes: 20. Dezember 1935.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Überspannungsableiter

Mitteilung der AEG.

Die Betriebserfahrung lehrt, daß in den meisten Netzen die Gewitterstörungen den größten Anteil an den Gesamtstörungen haben; daher sind auch seit Beginn der Hochspannungstechnik Schutzmaßnahmen gegen diese Gewitterstörungen mit besonderem Nachdruck entwickelt worden.

In den meisten Fällen entstehen solche Störungen durch direkte Blitzschläge, deren Stromstärke Werte

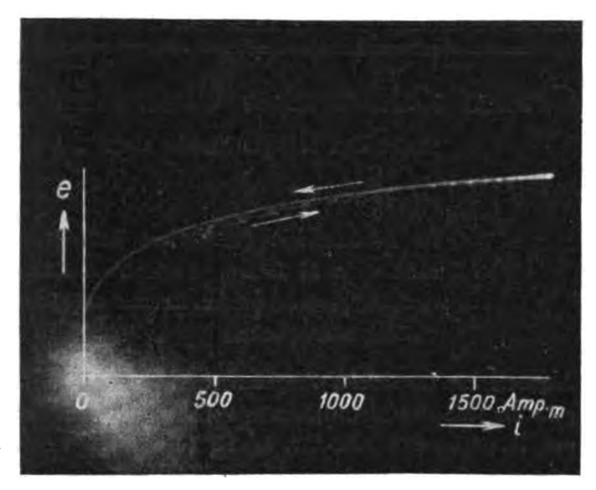


Abb. 1. Stromspannungs-Kennlinie einer SAW-Einheit.

von 10 000 ... 50 000 A, in Ausnahmefällen bis zu 100 000 A, erreichen können. Bei Einschlägen von Blitzen in ein Leitungsseil können Spannungen von vielen Millionen V entstehen, die sofortige Überschläge im Spannfeld und an benachbarten Masten zur Folge haben; beim Einschlag in einen eisernen Mast entstehen zwischen Mast und Phasenseil Spannungen, die sich aus dem Produkt von Blitzstromstärke und Erdungswiderstand errechnen lassen. Überschreitet dieser Wert die

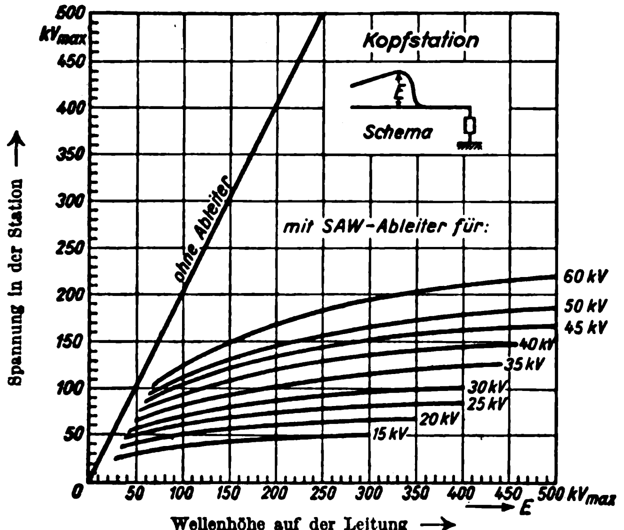


Abb. 2. Schutzwert-Kennlinien von SAW-Ableitern, 15 ... 60 kV, in Kopfstationen; davon 15 ... 30 kV mit erhöhtem Schutzwert.

Stoßüberschlagspannung der Isolatoren, so tritt ein sogenannter rückwärtiger Überschlag vom Mast über den Isolator zur Leitung auf.

Überschläge auf der Leitung können durch niedrige Masterdungswiderstände und Erdseile in mäßigen Grenzen gehalten, mit wirtschaftlichen Mitteln jedoch, von Höchstspannungsnetzen abgesehen, nie ganz beseitigt werden; dagegen müssen in Stationen Überschläge, die durch Wanderwellen entstehen können, zum Schutze wertvoller Geräteteile und zur Aufrechterhaltung der Stromlieferung auf alle Fälle vermieden werden.

Die meisten früher auf dem Markt befindlichen Schutzsysteme haben ihre Aufgabe nur unzureichend erfüllen können, da eine Klarheit über die Vorgänge erst durch den vor einiger Zeit entwickelten Kathodenstrahl-Oszillographen zu erzielen war. Aus dem gleichen Grunde waren auch die technischen Grundlagen für einen brauchbaren Ableiter noch nicht gegeben.

In mehrjähriger Arbeit hat nun die AEG einen Werkstoff durchgebildet, dessen elektrischer Widerstand in besonders hohem Maße spannungsabhängig ist. Bei einem festen Widerstand ergibt die Stromspannungs-Kennlinie eine Gerade, bei dem spannungsabhängigen Widerstand, SAW-Werkstoff, jedoch eine stark gekrümmte Linie (Abb. 1), derart, daß bei steigender Spannung die Stromaufnahme mit einer hohen Potenz der Spannung steigt. Durch diese Maßnahme wird einerseits eine hohe Absenkung, anderseits eine gute Löschung des der Überspannung nachfolgenden Netzstromes erreicht. Abb. 2 zeigt die Schutzwertkennlinien von SAW-Ableitern von 15 ... 60 kV in Kopfstationen, davon 15 ... 30 kV mit erhöhtem Schutzwert.

Diese Löschung des Lichtbogens erfolgt in einer Funkenstrecke, die den Widerständen vorgeschaltet ist. Sie ist aus Platten aufgeschichtet, zwischen denen sich ein vollkommen homogenes elektrisches Feld ausbildet, wodurch ein verzögerungsfreies Ansprechen gewährleistet wird.

Die AEG baut den SAW-Ableiter in zwei Ausführungsformen, eine im Porzellangehäuse für Freiluftaufbau und

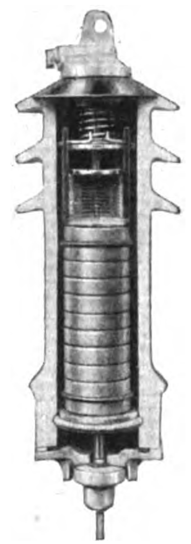


Abb. 3. Schnitt durch SAWF-Ableiter.

eine im Geaxgehäuse für trockene Innenräume. Abb. 3 zeigt den Schnitt durch einen 10 kV-Freiluftableiter.

Im unteren Teil des Gehäuses sind die SAW-Scheiben, im oberen Teil ist die Funkenstrecke untergebracht. Da eine vollkommen atmungsfeste Abdichtung des Gehäuses eine Lebensfrage ist, wird jeder Freiluftableiter nach beendigtem Aufbau und nach der elektrischen Prüfung einer Druckprobe im Wasser unterzogen, wodurch die geringste Undichtigkeit mit Sicherheit aufgedeckt wird.

Während bei Beginn der Entwicklung im allgemeinen nur einzelne besonders gefährdete Stationen durch Ableiter geschützt werden, geht man, gestützt auf die ausgezeichneten Erfahrungen, heute vielfach dazu über, die Mehrzahl der Stationen eines Netzes mit Ableitern auszurüsten, da eine störungsfreie ununterbrochene Lieferung elektrischer Energie außerordentlich wichtig ist.

Bei der Auswahl der zu schützenden Stationen wird neben ihrer Größe und Bedeutung vor allem die Störanfälligkeit beachtet werden müssen, über die eine mehrjährige Störungsstatistik die beste Auskunft gibt.

Durch Anschluß von Ansprechzählern läßt sich die Ansprechhäufigkeit der Ableiter ermitteln.





Universalschreiber

Mitteilung der AEG.

Die Forderungen nach Betriebsicherheit und Wirtschaftlichkeit führen oft dazu, in elektrischen Kleinanlagen, Außenstationen oder Verzweigepunkten, die nur mit den notwendigsten Meßgeräten ausgerüstet sind, zusätzliche Messungen durchzuführen. Der Wunsch der Praxis, zur vorübergehenden Überwachung der Meßgrößen mit einem möglichst geringen Aufwand an Geräten auszukommen, hat dazu geführt, tragbare Universalschreiber mit vielseitigen Meßbereichzusammenstellungen zu entwickeln.

Das von der AEG hergestellte Gerät vereinigt die guten Eigenschaften der großen AEG-Tintenschreiber mit den neuzeitlichen Anforderungen. Es hat ein Drehspul-Meßwerk mit Trockengleichrichter; die Schaltung (Abb. 1) gestattet die Verwendung des Gerätes wahlweise für Gleichstrom oder Wechselstrom. Der Spannungsmeßbereich beträgt in beiden Fällen 130 V und kann durch zusätzliche Vorwiderstände erweitert werden. Der Strommeßbereich ist 5 A. Er kann bei Gleichstrom mit Hilfe von getrennten Nebenwiderständen mit einem Spannungsabfall von 300 mV, bei Wechselstrom (50 Per/s) mit Hilfe von getrennten Stromwandlern mit einem Sekundärstrom von 5 A erweitert werden.

Schalterstellung 1 = Strommessung Gleichstrom,
Schalterstellung 2 = Spannungsmessung Gleichstrom,
Schalterstellung 3 = Strommessung Wechselstrom,
Schalterstellung 4 = Spannungsmessung Wechselstrom.

Abb. 1. Grundsätzliche Schaltung des Universalschreibers.

Für sämtliche Meßbereiche hat das Gerät nur ein Skalenblech mit zwei Teilungen (Abb. 2). Die Fehlweisung, die sich durch die Verwendung nur einer Skala für Gleich- und Wechselstrom ergibt, bleibt weit innerhalb der zulässigen Grenzen und ist bei Strommessungen kleiner als 0,5% vom Endwert, bei der Spannungsmessung etwa 0,5 ... 1%, je nachdem, für welchen Punkt der Skalenteilung die genaue Übereinstimmung für Gleich- und Wechselstromskala vom Kunden gewünscht wird.

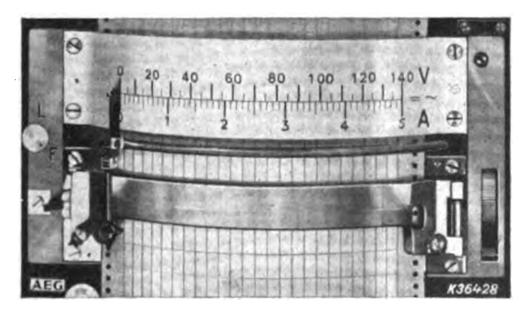


Abb. 2. Skala des Universalschreibers.

Der Aufbau des Universalschreibers ist aus Abb. 3 ersichtlich. Das Drehspul-Meßwerk mit Trockengleichrichter zeichnet sich durch ein hohes Drehmoment bei geringem Eigenverbrauch aus. Der Umschalter gestattet für die Gleichstrommessung die Abtrennung des Trockengleichrichters und macht zugleich die für die Messung nicht benötigten Anschlußklemmen vom Meßkreis frei.

Die Aufzeichnung der Meßgeräte erfolgt mit Tinte in rechtwinkligen und geradlinigen Koordinaten auf einem Meßstreifen von 120 mm nutzbarer Schreibbreite. Diese Aufzeichnungsart wird dadurch erreicht, daß die Schreibfeder unmittelbar an dem Zeigerbügel hängt und auf dem zur Systemachse konzentrisch gebogenen Meßstreifen schreibt. Da eine mechanische Geradführung für das Meßwerk zusätzliche Reibung bedeutet, hat diese Papierführung mit gebogenem Meßstreifen den Vorzug, daß das Meßwerk selbst nicht zusätzlich belastet wird, sondern das vom Meßkreis unabhängige Vorschubwerk die erforderliche Mehrarbeit leistet.

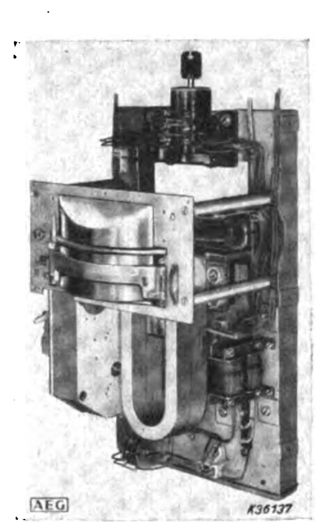
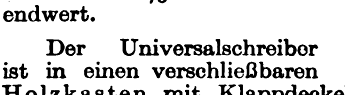


Abb. 3. Universalschreiber, Gehäuse abgenommen.

Der Vorschub des Meßstreifens erfolgt durch ein kräftiges Präzisions-Uhrwerk von 8 Tagen Gangdauer. Die Ablaufgeschwindigkeit kann vom Benutzer entsprechend seinen Zwecken ausgewählt werden und 20, 30, 60, 120 oder 240 mm/h betragen. Für besondere Fälle kann das Gerät auch mit zwei umschaltbaren Vorschubgeschwindigkeiten ausgeführt werden. Eine selbsttätige Aufwickelvorrichtung nimmt den gesamten 35 m langen Meßstreifen auf.

Die Abweichungen in der Aufzeichnung der zu messenden elektrischen Größen liegen innerhalb ± 2% des Skalenendwertes. Die Eichgenauigkeit ist jedoch höher; bei guter Wartung des Gerätes und richtiger Einstellung des Schreibdruckes der Feder auf dem Papier lassen sich die Abweichungen wesentlich verringern. Der Temperaturfehler liegt bei Messung von Wechselstrom, Wechselspannung und Gleichspannung innerhalb der Reibungs- und Ablesefehler. Bei der Gleichstrommessung beträgt er bei 10% Übertemperatur etwa 1% vom Skalenendwert.

Abb. 4. Universalschreiber, betriebsfertig.



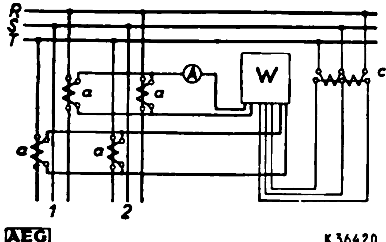
Der Universalschreiber ist in einen verschließbaren Holzkasten mit Klappdeckel und Tragriemen (Abmessungen 505 × 170 × 240 mm) eingebaut (Abb. 4). Die Anschlußklemmen und der Umschalter sind übersichtlich und leicht zugänglich angeordnet und bei geschlossenem Gerät verdeckt. Unbefugte Veränderungen an der Schaltung sind daher nicht möglich.

Summenwandler

Mitteilung der AEG.

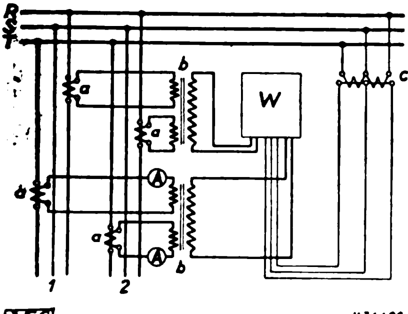
Die elektrische Summation von Strömen oder Leistungen synchroner Netzteile erfolgt entweder durch die Hauptwandler unmittelbar (Abb. 1) oder durch Zwischenwandler, sogenannte Summenwandler [1]); dabei ist es gleichgültig, ob es sich um Wirkleistung, Blindleistung, Scheinleistung oder um Ströme handelt.

Bei dem Verfahren nach Abb. 1 werden die Sekundärwicklungen der in gleichen Phasen liegenden Stromwandler parallel geschaltet und mit den Stromspulen des Summengerätes (z. B. Zähler oder Leistungsmesser) verbunden; die Spannungsspulen des Gerätes werden an die Sekundärwicklung eines Spannungswandlers angeschlossen, dessen Primärwicklung an den Sammelschienen liegt. Man erhält so die Summe der Leistungen der beiden Abzweige, wobei die Vorzeichen der Leistungen auch verschieden sein können. Sind mehr Abzweige vorhanden, so werden die weiteren Sekundärwicklungen der Stromwandler mit dem übrigen gleicher Phase parallel geschaltet. Unerläßliche Voraussetzung bei diesem Verfahren ist gleiches Übersetzungsverhältnis aller Stromwandler. Ferner muß das Summengerät für die Summe der Sekundärströme ausgelegt sein; auf die den Summenstrom führenden Zuleitungen muß besonders geachtet werden, da sie bei zu kleinem Querschnitt einen unzulässig hohen Eigenverbrauch aufweisen.



1, 2 = Abzweige, a = Hauptstromwandler, c = Spannungswandler in V-Schaltung
Abb. 1. Summenmessung durch parallel geschaltete Stromwandler.

Diese Nachteile werden durch die Verwendung von Summenwandlern (Abb. 2) vermieden. Die Primärwicklung des Summenwandlers, der üblich auf 5 A übersetzt, wird so oft unterteilt, wie Einzelwerte summiert werden sollen; dabei können die Hauptwandler gleiche oder verschiedene Übersetzungsverhältnisse haben. Ist das letzte der Fall, dann erhalten die einzelnen Gliederungen der Primärwicklung des Summenwandlers nicht eine gleiche, sondern eine den Übersetzungsverhältnissen der zugeordneten Hauptstromwandler entsprechende Anzahl von Windungen. Das Übersetzungsverhältnis der Hauptwandler muß also zur Auslegung der Summenwandler bekannt sein.



1, 2 = Abzweige, a = Hauptstromwandler, b = Summenstromwandler, c = Spannungswandler in V-Schaltung.
Abb. 2. Summenmessung mit Summenstromwandlern.

Als Summengerät kann ein übliches Meßgerät für 5 A verwendet werden. Es ist für die Summe der Übersetzungsverhältnisse der Hauptwandler, multipliziert mit dem Übersetzungsverhältnis des Summenwandlers, meist gleich 1 gewählt, zu eichen. Die Zuleitungen führen an keiner Stelle einen höheren Strom als 5 A; sie werden wie die Sekundärleitungen von üblichen Stromwandlern bemessen.

Natürlich können durch Einbau geeigneter Geräte in die Primärleitungen der Summenwandler in bekannter Weise auch die elektr. Werte jedes einzelnen Abzweiges gemessen werden. In Abb. 2 ist dies für eine Phase angedeutet.

[1]) s. auch H. Vahl, Summierung mit Stromwandlern, ATM, V 3221-1, Mai 1933. H. Vahl, Summation durch Summenstromwandler, Elektrizitätswirtschaft, 1931, Heft 9.

Auch die Leistungen synchroner Netze verschiedener Spannungen können summiert werden (Abb. 3). Es ist dabei zu beachten, daß das Übersetzungsverhältnis des Kupplungsumspanners durch die Wicklung des Summenwandlers berücksichtigt wird. Die Verluste des Leistungsumspanners können die Genauigkeit der Summenmessung in gewissem Maße beeinflussen. Zur genauen Beurteilung muß man die Lage der Verbraucherkreise und die Richtung kennen, in der die Energie durch den Kupplungsumspanner fließt.

Da die Summenwandler im Sekundärkreis der Hauptstromwandler liegen, sind diese hinsichtlich ihrer Leistung nicht nur für die Leistungsaufnahme der angeschlossenen Meßgeräte, sondern auch für den Eigenverbrauch der Summenwandler zu bemessen. Dabei muß berücksichtigt werden, daß sich der Verbrauch des Summenwandlers und der an ihn angeschlossenen Geräte auf die Hauptstromwandler entsprechend deren Übersetzungsverhältnissen verteilt; der Wandler mit dem größten Übersetzungsverhältnis hat auch den größten Anteil am Verbrauch. Bei entsprechender Bemessung der Haupt- u. Summenwandler halten sich die Stromfehler u. Fehlwinkel innerhalb der Genauigkeitsgrenze der betreffenden Klasse. Wird ein Abzweig abgeschaltet, so treten durch die als Umspannerwicklung wirkende Abteilung der Primärwicklung, dessen Hauptwandler abgeschaltet ist, zusätzliche Fehler auf. Rechnungen u. Messungen haben jedoch ergeben, daß diese Fehler so klein sind, daß sie vernachlässigt werden können, selbst wenn z. B. bei einer Anordnung von 4 Hauptstromwandlern und einem Summenwandler drei von den Hauptstromwandlern abgeschaltet sind. Dabei brauchen die Sekundärwicklungen der abgeschalteten Hauptstromwandler nicht geöffnet zu werden; die Wandleranordnung bleibt vollständig ungeändert.

AEG K 36422

1, 2, 3, 4 = Abzweige verschiedener Spannung, a = Hauptstromwandler, b = Summenstromwandler, c = Kupplungsumspanner.
Abb. 3. Summenmessung von zwei synchronen Netzen verschiedener Spannung (einphasige Schaltung).

Die AEG baut zwei Arten von Summenwandlern, die Form CL u. die Form PL (Abb. 4). Die technischen Werte gibt die Zahlentafel; durch Verwendung von Nickeleisen kann der angegebene Eigenverbrauch der Wandler wesentlich herabgesetzt werden.



Abb 4. Summenstromwandler Form PL. Kappe abgenommen.

Form	Leistung	Eigenverbrauch	Gewicht
CL bis 4 Primärkreise	15 VA in Klasse 1	15 VA cos = 0,8	7 kg
PL bis 15 Primärkreise	45 VA in Klasse 1 oder 15 VA in Klasse 0,5	32,5 VA cos = 0,66	16 kg

Elektrolastfahrzeug für 6000 kg Nutzlast.

Mitteilung der AEG.

Die stärkere Verwendung von Lastfahrzeugen mit elektrischen Sammlern hilft, die Verwendung devisengebundener Treibstoffe einzuschränken. Der Aufbau eines nach neuzeitlichen Grundsätzen gebauten AEG-Elektrolastwagens für etwa 6000 kg Nutzlast (s. Abb. 1) wird nachstehend beschrieben.

Der Rahmen ist aus zwei hochstegigen, U-förmig gepreßten Längsträgern in Fischbauchform aus Stahlblech sowie aus mehreren Querträgern und vier Batterieträgern von gleicher Profilform elektrisch geschweißt. Er ist so niedrig gelegt, wie es ohne Kröpfung der Längsträger über der Hinterachse möglich ist. Das vollständig geschlossene Führerhaus mit gewölbtem Dach, abgerundeten oberen Stirnwandkanten und schräger Windschutzscheibe hat beiderseits breite verschließbare Einstiegtüren mit herablaßbaren Kurbelfenstern. Der Führersitz bietet für drei Personen Platz. Der hintere Stirnträger trägt in der Mitte eine genormte gefederte Zugkupplung. An dem Armaturenbrett sind neben den erforderlichen Schaltern usw. eine Acht-Tage-Uhr sowie ein Kilometerzähler angebracht.

Die Achsen sind durch lange weiche Blattfedern mit dem Rahmen verbunden; die Vorderachse ist als Faustachse ausgebildet und trägt auf den beiden Achsschenkeln die auf kegligen Rollenlagern gelagerten Fischer-K-Räder mit auswechselbaren Felgen für Luftreifen von 38 × 9″ extra. Die Räder werden mit Hilfe einer Spurstange und einer mit Stoßdämpfern versehenen Stoßstange von einer kräftigen, links angeordneten Lenksäule mit großem Handrad gelenkt. Die Hinterachse besteht aus dem gepreßten Banjo-Achskörper, in dem das Ausgleichgetriebe, die Ausgleichwellen und das Vorgelege gelagert sind. Zur Übertragung der Schub- und Bremskräfte dient das Schubrohr mit Kugelkopf. Der Antrieb erfolgt von dem im Rahmen vollkommen abgefederten Motor über ein Zwei-Gang-Getriebe, das für Bergfahrten vorgesehen ist, und eine Gelenkwelle mit zwei Sondergelenken auf die Hinterachse. Die Räder der Treibachse haben auch Fischer-K-Räder mit auswechselbaren Felgen für doppelte Luftreifen 38 × 9″ extra.

Es sind zwei mechanische Bremsen vorhanden. Die Fußhebelbremse wirkt als Druckluftbremse, Bauart Knorr-Lookhend, auf alle vier Räder. Die Druckluft wird von einem mit selbsttätiger Einschaltvorrichtung angetriebenen Verdichter erzeugt. Die Handhebelbremse arbeitet als Außenbackenbremse auf das Getriebe bzw. die Hinterachs-Antriebsteile. Außerdem ist eine elektrische Widerstandsbremse für Fahrt auf Gefällstrecken vorhanden.

Entsprechend den mit Bahnmotoren und Elektrokarrenmotoren gemachten Erfahrungen ist der Motor mit Eigenlüftung versehen; er entwickelt eine Stundenleistung von 20 kW bei 1050 U/min und 150 V. Er ist stark überlastbar bei hohem Anzugmoment. Der Fahrschalter hat eine Gruppenwalze für drei wirtschaftliche Fahrstellungen und eine Bremsstellung sowie eine Richtungswalze, die durch einen Handhebel bedient werden. Ein Doppelschütz für FAHREN und BREMSEN gestattet stromloses Schalten an der Walze. Außerdem ist noch eine durch Fußhebel betätigte Anlaßwalze vorhanden, die vor jeder Schaltstufe den vollen Widerstand in drei Stufen abschaltet, so daß für die Vorwärtsfahrt die Fahrgeschwindigkeit in neun gleichmäßigen Stufen geregelt werden kann. Für die Rückwärtsfahrt ist eine Fahrstellung vorhanden. Die gesamten Schalteinrichtungen sind vorn im Fahrzeug unter der leicht zu öffnenden Haube gut zugänglich untergebracht.

a = Motor,
b = Sammler,
c = Fahrschalter,
c_1 = Gruppen- und Richtungswalze,
c_2 = Anlaßwalze,
d = Schalthebel f. Gruppen- u. Richtungswalze,
e = Handbremshebel,
f = Fußbremshebel,
g = Hauptschalter,
h = Zugkupplung,
r_1 = 9900 mm,
r_2 = 9250 mm,
r_3 = 7600 mm,
r_4 = 5500 mm.

Längsschnitt und Grundriß eines AEG-Elektrolastwagens für 6000 kg Nutzlast.

Es können Sammler der Gitterplattenbauart von verschiedener Kapazität eingebaut werden, die durch geeignete Unterbringung leicht zugänglich und auswechselbar sind.

Zu jedem Fahrzeug werden Werkzeug, Bedienungsvorschriften, Schmier- und Bremsnachstellzeichnungen geliefert.

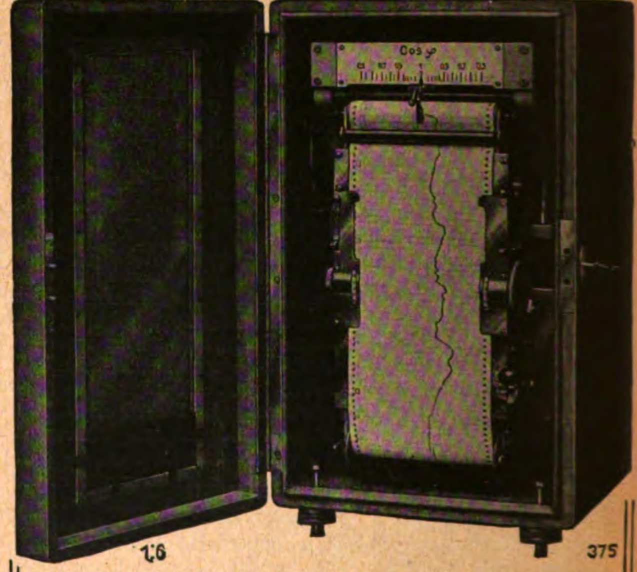
Leistungsangaben.

Technisch zulässiges Gesamtgewicht		13 000 kg
Achsdruck, vorn		5 500 kg
hinten		7 500 kg
	Tragfähigkeit des Fahrgestells	Fahrbereich in der Ebene
mit Sammler von 300 Ah	7000 kg	45 km
mit Sammler von 350 Ah	6700 kg	60 km
mit Sammler von 400 Ah	6400 kg	66 km
Geschwindigkeit in der Ebene:		
bei Vollast (13 000 kg Gesamtgewicht) rd.		25 km/h
ohne Last		30 km/h
Steigfähigkeit mit Vollast:		
bei 5000 m Länge der Steigung		50 ‰
bei 2500 m Länge der Steigung		80 ‰
bei kurzen Steigungen		100 ‰


GÖTZ-HOCHLEISTUNGS-
KUNSTHARZ-PRESSEN
mit Zweikurbelwellen-
Anordnung von
unübertroffener
Leistungsfähigkeit,
Wirtschaftlichkeit
und Zuverlässigkeit.
1012
GEBR. GÖTZ Maschinenfabrik
Lauter in Sachsen


Verteilerkästen
aus Jsolierpreßstoff
mit
Klemmenleisten
aus Jsolierpreßstoff
Die Klemmen sind
vollständig in
Jsolierpreßstoff
eingebettet.
Ges. gesch.
WILHELM QUANTE
Spezialfabrik für Apparate der Fernmeldetechnik
WUPPERTAL - ELBERFELD


RW
RINGSDORFF-WERKE AG
MEHLEM a/Rh.



Zeitrelais

Mitteilung der AEG.

Das neue Feinzeitrelais *) der AEG (Abb. 1 und 2), das den höchsten Anforderungen entspricht, ersetzt zwei ältere Bauarten. Es hat eine große Zeitskala, die hohe Genauigkeit bei Einstellung und Ablesung verbürgt. In Verbindung mit sofort wirkenden Überstromrelais wird das Feinzeitrelais in Hochspannungsanlagen zur Einstellung von Staffelzeiten zwischen in einem Leitungs-

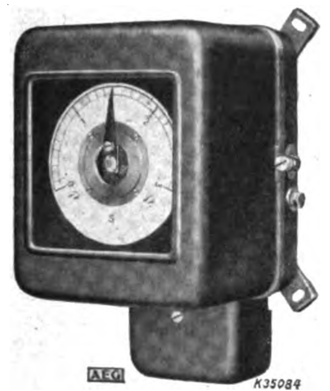


Abb. 1. Feinzeitrelais, geschlossen.

zuge hintereinander liegenden Schaltern verwendet. Die hohe Genauigkeit ermöglicht es, kurze Staffelzeiten einzustellen und damit die Auslösezeiten herabzusetzen.

Das AEG-Feinzeitrelais besteht in der Hauptsache aus einem Magnetsystem und einem mechanischen Hemmwerk, die übereinander angeordnet sind. Das Magnetsystem hat einen Klappanker, der bei Erregung schlagartig angezogen wird; dadurch setzt sich das Zeitwerk in Gang. Eine beim Anziehen des Ankers gespannte Feder holt Anker und Hemmwerk in die Anfangstellung zurück, sobald der Erregerstromkreis wieder unterbrochen wird. Damit das Abfallen des Relais unverzögert erfolgt und ein sicheres Arbeiten gewährleistet, ist die Feder entsprechend stark ausgelegt. Kern und Anker des Magnetsystems sind lamelliert, so daß der Anschluß der Spulen an Gleich- oder Wechselstrom erfolgen kann. Die Wicklung ist nicht für

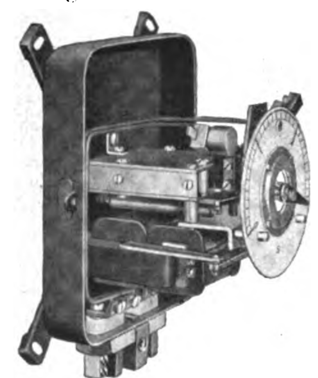


Abb. 2. Feinzeitrelais, offen.

Dauereinschaltung bemessen; bei Anwendung einer Sparschaltung, die jedoch einen zusätzlichen Momentkontakt und einen getrennten Vorwiderstand erfordert, kann bei Wicklungen für Gleichspannung Dauerbelastung mit der Nennspannung erreicht werden.

Auf der Achse des Zeitwerks sitzt ein Doppelarm-Hebel, der an einem Ende ein verschiebbares Gewicht und am anderen Ende eine Kontakthälfte trägt. Das Gewicht hat die Aufgabe, das Hemmwerk anzutreiben; im Ruhezustand wird es in seiner höchsten Stellung festgehalten. Sobald der Magnetanker beim Anziehen eine Verklinkung freigibt, bewegt das Gewicht sich infolge der Schwerkraft nach unten und läßt das Zeitwerk ablaufen. Dieser Gewichtsantrieb hat den großen Vorteil, daß das Drehmoment während des ganzen Laufes fast gleichbleibt, im Gegensatz zu Relais, bei denen das Zeitwerk durch eine Feder betrieben wird, deren Spannung gegen Ende des Ablaufvorganges nachläßt. Der Gewichtsantrieb ermöglicht demnach eine hohe Zeitgenauigkeit. Das Streuband beträgt

etwa 0,1 s bei dem Relais mit dem Einstellbereich von 0 ... 3 s,
etwa 0,2 s bei dem Relais mit dem Einstellbereich von 0 ... 6 s,
etwa 0,3 s bei dem Relais mit dem Einstellbereich von 0 ... 12 s.

Beim Ablauf des Relais bewegt sich die Kontakthälfte am anderen Ende des Gewichtshebels nach oben und erreicht schließlich die zweite, feste Kontakthälfte. Da die bewegliche Kontakthälfte abgefedert ist, wird ein guter Kontakt erreicht. Der Auslösekontakt ist stets als Arbeitskontakt ausgebildet; in den seltenen Fällen, in denen ein Ruhekontakt gebraucht wird, ist noch ein zusätzliches Zwischenrelais zu verwenden.

Die Zeiteinstellung erfolgt mit Hilfe des auf der Skala sichtbaren Einstellzeigers, der die feste Kontakthälfte nach oben oder unten verschiebt und dadurch den Ablaufweg verändert. An der großen Zeitskala läßt sich die Ablaufzeit sehr gut einstellen und ablesen.



Abb. 3. Kurzzeitrelais.

Die wichtigsten technischen Werte des Relais sind:

Nennspannung	250 V =; 380 V ~
Leistungsaufnahme	etwa 16 W bzw. 45 VA,
Zeiteinstellung	0 ... 3; 0 ... 6; 0 ... 12 s
Abschaltleistung des Arbeitskontaktes	etwa 1 A bei 220 V =
Zuschaltstrom	5 A
Nettogewicht	etwa 3,4 kg
Abmessungen	235 × 161 × 140 mm

Zur Verzögerung der Auslösung von Schützen, Selbstschaltern usw. in selbsttätigen elektrischen Anlagen werden oft auch Zeitrelais mit kurzer Laufzeit verwendet. Eine hohe Zeitgenauigkeit wird dabei von den Relais nicht gefordert; die Streuung der Laufzeit darf bis zu 10% betragen. In Abb. 3 ist ein derartiges Kurzzeitrelais mit Anzugverzögerung gezeigt. Ein Klappankermagnet spannt bei Erregung der Wicklung eine Feder, die ein Räderwerk mit Fliehkraftregler zum Ablauf bringt. Nach Ablauf der eingestellten Zeit wird ein Arbeitskontakt geschlossen oder ein Ruhekontakt geöffnet (Abschaltstrom 0,2 A bei 220 V Gleichstrom, Zuschaltstrom etwa 2 A). Bei stromloser Wicklung zieht die Feder den Klappanker und das Hemmwerk in etwa 0,1 s wieder in die Anfangstellung. Die Verzögerung ist einstellbar von 0,2 ... 2 oder von 0,5 ... 5 s; die Einstellwerte sind auf einer von außen sichtbaren Skala geeicht.

Die geschilderten Relais sind in staub- und spritzwasserdichte Blechgehäuse eingebaut. Die Gehäusekappe enthält eine große viereckige Fensterscheibe, die eine gute Beobachtung der Relaisteile von außen ermöglicht. Der Anschluß, der mit Hilfe einer vierteiligen Klemme aus Steatit erfolgt, kann vorder- oder rückseitig vorgenommen werden. Beim rückseitigen Anschluß des Feinzeitrelais werden die Leitungen durch Bohrungen in der Schalttafel an die Klemme herangeführt. Bohrungen und Klemme sind durch eine besondere Kappe überdeckt. Die gesamte Ausführung entspricht in jeder Hinsicht den VDE-Vorschriften.

*) s. auch AEG-Druckschrift Rs/V 1

Stellengesuche

Elektro-Ingenieur mit Meisterprüfung

31 J. alt, verh., Pg., langj. Praxis in Install. elektr. Licht- und Kraftanlagen in Haushalt, Industrie u. Landwirtschaft, Spezialkenntnisse in Neon-, Helium-, Moorelichtanlagen, reiche Erfahrg. in Werbung, Projektierung u. Abnahme, bewährt im Innen- und Außendienst, sucht größ. Wirkungskreis bei Eltwerk od. Indust. Angebote unter E. 5840 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Montage-Techniker

26 Jahre alt, ev., Absolvent einer technischen Staatslehranstalt, sucht größeres Arbeitsfeld in Stadtbetrieb oder bei größerer Installationsfirma als Betriebstechniker oder Montageleiter in Niederspannungsanlagen. Reiche Erfahrung in Projektion sämtlicher elektr. Licht- und Kraftanlagen, vertraut mit den Bauvorschriften sowie dem An- und Abmeldewesen von Neuanlagen in eigenen Ortsnetzen der Überlandwerke. Praktische Tätigkeit 7 Jahre, Führerschein 3b, ungekündigte Stellung, Antritt nach Verabredung.
Gefl. Angeb. unter E.5826 a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Exportkaufmann

Pg., mit ausgez. technischen Kenntnissen, im Kabel- u. Radiofach bei großen Werken als Export- und Werbeleiter tätig gewesen, sprachkundig. Organisator mit langj. Auslandstätigkeit, sucht geeignete Position.
Angebote unter E. 5827 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Spezialist für Installationsmaterial u. Kunstharzpresserei

Dipl.-Ing., 32 Jahre, seit mehr. Jahren im Ausland tätig, sucht zwecks Mitarbeit am neuen Deutschland wieder Stellung in der Heimat. Ang. zu richten unter E. 5834 an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Uhrmachermeistr., verh., 29 J., Pg., sucht in ein. Zählerreparaturwerkst. Stellg. Angebote m. Gehaltsang. u. E.5844 Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W9.

Dipl.-Ing., Elektrotechnik, 33 J., verh., ar. Abst., 8 J. Praxis, Bergbauanlagen, Maschinen, Projektierung u. Betrieb (4 J. Auslandstätigkeit), sucht entspr. Posten. Angeb. unter E.5846 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W9.

ELEKTRIKER
28 J., led., gel. Mech. 3 Sem. Elektro zul. Betriebsel. sucht Stellg. in Betrieb od. Spezialfach Hochfrequ. od. Schwachstrom. Gefl. Angebote erbeten unt. E.5850 an die Anzeigen-Abteilung d. ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Dipl.-Ing.: 27 J., Exam. mit „gut" best., sucht Anfangsstellung gleich welcher Art. Gefl. Ang. u. E.5825 an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Stellenangebote

Erfahrener Elektro-Ingenieur von größ. Überlandversorgungs-Unternehmen (Norddeutschand) gesucht als

Betriebs-Assistent

Bedingungen: mehrj. Betriebserfahrg. in Mittel- und Hochsp.-Anlagen, gute meßtechn. Kenntn., bevorzugt Prüffeldpraxis. Ausf. Angeb. mit Lebensl., Zeugnisabschr., Lichtbild, Gehaltsansprüchen u. E. 5832 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Für die hiesigen Stadtwerke (Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerk) wird ein [5837]

BETRIEBSLEITER

gesucht. Die Anstellung erfolgt zunächst für 1 Jahr auf Probe mit der Aussicht auf endgültige Übernahme als Direktor der Werke. Der Bewerber muß die Gewähr dafür bieten, daß er jederzeit rückhaltlos für den nationalsozialistischen Staat eintritt, arischer Abstammung und im Falle seiner Verheiratung mit einer Person arischer Abstammung verheiratet sein. Er muß ferner eine entsprechende Vorbildung, praktische Erfahrung auf den in Frage kommenden Gebieten nachweisen können und die Betriebe auch kaufmännisch zu leiten verstehen.

Bewerbungen mit Lebenslauf, beglaubigte Zeugnisabschriften, Lichtbild und Angabe von Gehaltsansprüchen sind bis zum 10. August d. Js. bei mir einzureichen. Oschersleben hat rund 14000 Einwohner, Reformrealgymnasium und Mittelschule.

Oschersleben (Bode), den 23. Juli 1935.
Der Bürgermeister. Schrader.

Revisions-Ingenieur

für die Kontrolle und Überwachung der Stark- und Schwachstrom-Anlagen einer großen Bergwerksgesellschaft gesucht. Bewerber muß über genügende Praxis und Erfahrung verfügen, so daß er in der Lage ist, die Überwachungstätigkeit im Sinne der behördlichen und der VDE-Vorschriften für Anlagen über und unter Tage durchzuführen.

Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Referenzen, Gehaltsansprüchen usw. erbeten unter E. 5793 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.



sucht zu baldigem Eintritt:

Technischen Physiker
für die Entwicklung von physikalischen Meßgeräten und Meßverfahren.
Kennwort: AT 106.

Erfahrenen Konstrukteur
[5836] für den Großtransformatorenbau.
Kennwort: TR. O 114.

Schriftliche Angebote mit ausführlichem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, möglichst Lichtbild, Gehaltsansprüchen, frühestem Eintrittstermin und Angabe des Kennwortes an

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft.
Personalverwaltung, Berlin NW 40.

Elektrogroßfirma sucht zu baldigem Eintritt

Diplom-Ingenieur

mit Kenntnissen in der Projektierung von Zentralen. Angebote mit ausführlichem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen u. frühestem Eintrittstermin unter E. 5828 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9. erbeten.

Großfirma der Schwachstrom-Branche, Sitz in Berlin, sucht mehrere ältere **Konstrukteure** für die konstruktive Durcharbeitung von Modellen mechanisch arbeitender Fernmeldegeräte. Gefordert wird besonders die Beherrschung mechanischer Vorgänge sowie moderne Werkstoffkunde. Ang. mit Lebenslauf, bisherig. Tätigkeit, Gehaltsansprüchen unter Z 676 durch Annoncenbüro Gerstmann, Berlin W 9. [5841]



Wechselstrom-Meßeinrichtung in Tragkoffer

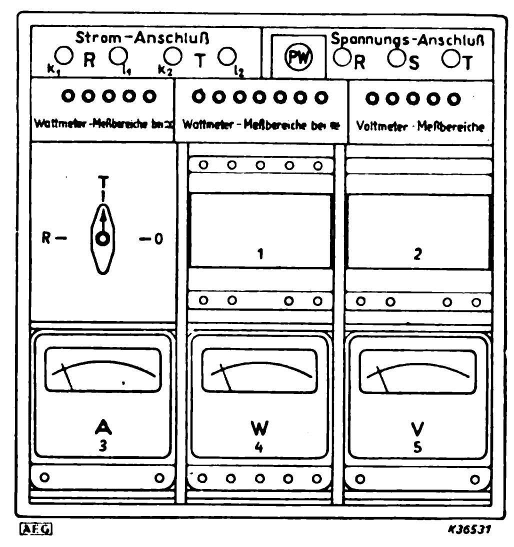
Mitteilung der AEG.

Außer Einzelmeßgeräten, wie sie mit allen gebräuchlichen Meßbereichen und in vielen Ausführungsformen von der AEG seit vielen Jahren hergestellt werden, erfreuen sich in der Praxis auch vielfach fertiggeschaltete Meßeinrichtungen großer Beliebtheit.



Abb. 1. Wechselstrom-Meßeinrichtung.

Diese sollen auch ungeschultem Personal die Durchführung von richtigen und zuverlässigen Messungen in den Fällen ermöglichen, in denen bisher Fachleute erforderlich waren. Einfache Handhabung und



1 = Vor- und Nullpunktwiderstand zum Leistungsmesser,
2 = Vorwiderstand zum Spannungsmesser,
3 = Strommesser,
4 = Leistungsmesser,
5 = Spannungsmesser.

Abb. 2. Aufbau der Meßeinrichtung.

Unempfindlichkeit gegen rauhe und unsachgemäße Behandlung sind daher wesentliche Forderungen.

Die Wechselstrom-Meßeinrichtung der AEG (Abb. 1) vereinigt in einem handlichen Tragkoffer mit den Abmessungen 400 × 400 × 180 mm die für Strom-, Spannungs- und Leistungsmessung erforderlichen Meßgeräte nebst Zubehör. Die Schaltung ist betriebsbereit eingebaut, so daß nach Anschluß der drei Spannungszuführungen R, S und T und der Sekundärkreise der beiden zugehörigen Vielfach-Stromwandler in einfacher Weise erfaßt werden können: Spannungen bis 650 V, Ströme bis 600 A und entsprechende Leistungen bei Drehstrom gleicher Phasenbelastung und bei Drehstrom ungleicher Phasenbelastung ohne Nulleiter.

Die Meßgenauigkeit der verwendeten Geräte entspricht der Klasse F der VDE-Vorschriften, d. h. der zulässige Fehler muß bei den Spannungsmessern und Leistungsmessern kleiner als ± 0,5 % und bei den Strommessern kleiner als ± 0,6 % sein.

Die Einrichtung ist so aufgebaut (Abb. 2), daß die Meßgeräte nebeneinander vor dem Messenden liegen. Die Zubehörwiderstände und die Stöpselschalter für die Meßbereichwahl sind oberhalb angeordnet. Ebenso befinden sich die Anschlußklemmen oberhalb der Geräte, so daß die Meßleitungen in übersichtlicher Weise von der

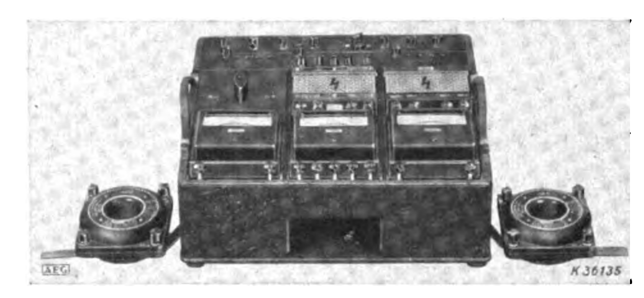


Abb. 3. Meßeinsatz zur Meßeinrichtung nach Abb. 1.

Rückseite an die Meßeinrichtung geführt werden können. Ein Umschalter gestattet für die Strom- und Spannungsmessung die Zuführung der verschiedenen Phasen eines Drehstromsystems und dient bei der Leistungsmessung am ungleich belasteten Drehstromsystem nach

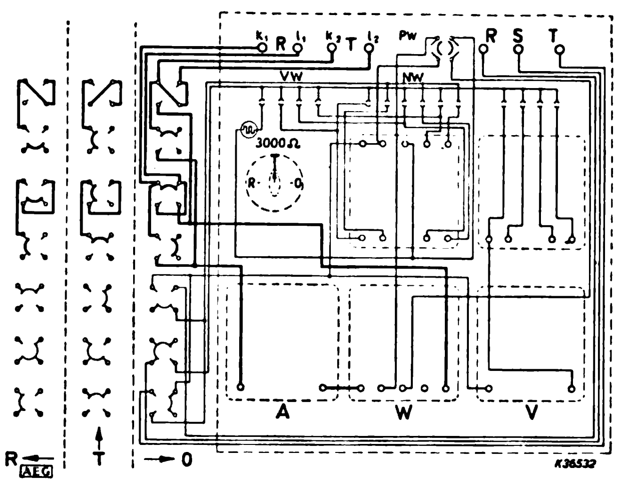


Abb. 4. Grundsätzliche Schaltung der Meßeinrichtung.

dem Zweiwattmeter-Verfahren als Aronschalter; außerdem kann mit dem Umschalter die Meßeinrichtung spannungslos gemacht werden.

Zum Messen wird der Einsatz aus dem Tragkoffer herausgenommen, wodurch gleichzeitig die beiden zur Meßeinrichtung gehörenden Vielfach-Stromwandler zugänglich werden (Abb. 3).

Die grundsätzliche Schaltung der Meßeinrichtung ist in Abb. 4 wiedergegeben.



Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

Die Stellungsuchenden weisen wir darauf hin, daß es zweckmäßig ist, den Bewerbungen auf Chiffre-Anzeigen keine Originalzeugnisse beizufügen. Zeugnisabschriften, Lichtbilder usw. müssen Namen u. Anschrift des Bewerbers tragen.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Stellengesuche

Erste kaufmännische Kraft!

Der langjährige Verkaufsleiter in Berlin eines großen mitteldeutschen Werkes, das u. a. einen weltbekannten Hilfsstoff für die Kabel- und elektrische Industrie herstellt, sucht sich aus persönlichen Gründen zu verändern. Größte Verkaufserfolge, guter Organisator und Verhandlungsleiter, sprachenkundig, vielgereist (auch Übersee), beste Empfehlungen. Kapital vorhanden.

Gefl. Angeb. u. E. 5870 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Technischer Physiker

vor der Promotion stehend, ledig, mit eigenen Ideen und besten Hochschulzeugnissen, sucht Stellung als wissensch. Mitarbeiter. Bisher meßtechnisches u. Schwachstromlaborat. eines bekannten Institutes. Umfassende Kenntnisse und gute theor. Bildung bes. in Elektrodynamik, Optik u. Mechanik. Angebote unter Z. 7. 168 an Ala, Stuttgart, erbeten. [5759]

Prüf- und Versuchsfeldleiter

Dipl.-El.-Ing. (T. H. München)

sucht neuen verantwortungsvollen Wirkungskreis.

35 Jahre, ev., verheiratet, ideenreicher Praktiker, organisator. Fähigkeiten, 12 Jahre Praxis, mehrjähr. Leiter von Prüf- und Versuchsfeldern. Reiche Erfahrungen auf folgenden Gebieten: Elektromaschinenbau, Elektrowerkzeuge, Grubenmaschinen, Elektrohämmer. Spez.: Lösung von meßtechn. Aufgaben, el., mech., insbesondere schwingungstechnischer Art, Automatisierung von Vorgängen. Großes Interesse für Flugzeugindustrie! Z. Zt. in ungek. Stellung bei Elektrogroßfirma. (Führerschein 3 f. Kraftfahrzeug, B f. Segelflugzeug.) Es kommt nur Lebensstellung in Frage!

Angebote unter E. 5868 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Junger Röntgen-Physiker

Dr. phil., ar., led., in ungek. Stellung, mit mehrj. Praxis auf dem Gebiete der Spektroskopie und Materialuntersuchung (bes. Grobstruktur) in Hochschul- und Industrielaboratorien, sucht neuen Wirkungskreis.

Angebote unter E. 5860 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Oberingenieur! Betriebsdirektor eines Überlandwerkes mit ausgedehnten Hoch- und Niederspannungsanlagen, Schalt- und Umspannwerken, Gleichrichtern und Umformern in Industrie und Landwirtschaft, sucht neuen Wirkungskreis. Gestützt auf ein gutes Wissen und Können infolge dauernder Schulung, logischer Denkfähigkeit und Urteilskraft bin ich in Krieg und Frieden auch schwieriger Lagen Herr geworden. Angebote erbeten unter E. 5854 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Stadtnetzbau-

Spez.-Ing. sucht neuen Wirkungskreis. Langj. Erfahrung im Netz-Entwurf nebst genauer techn. Berechnung, Abänderung alter Netze, Bauerfahrung für Trafostationen. Angeb. erb. u. E. 5861 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Dr.-Ing. des Maschinenbaues u. Elektrotechnik, 38 J. alt, ledig, hervorragender Fachm. im Baue u. Betriebe von Kraftwerken, Elektrifizierung von Ländereien und Bergbauen, deutsch, franz., russ., tschechisch u. polnisch sprechd., sucht sich in leitende Stellg. zu verändern. Anträge erb. u. E. 5858 „Mähr. Ostrau" Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Dipl.-Ingenieur,

30 Jahre, Stark- u. Schwachstrom, mehrj. Prüffeldtätigkeit, firm in Angebots- u. Auftragsbearbeitung, guter Motorenfachmann, in ungek. Stellung, sucht ausbaufähigen Wirkungskreis, gleich welcher Art, da sehr leicht einarbeitend. Angebote unter E. 5875 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Elektro-Kaufmann

31 J., perf. Buchhalter, Korrespond., Inlandreisender, strebsam und gewissenhaft, möchte sich verändern. Angeb. unter E. 5873 an die Anzeigen-Abteilung d. ETZ, Berlin W 9.



Neue Netzempfänger für Wechselstrom- und Allstrombetrieb.

Mitteilung der AEG.

Von den zur diesjährigen Großen Deutschen Rundfunkausstellung herausgebrachten Neuerungen ist der Allstrom-Netzanschluß von besonderer Bedeutung, da er den Betrieb eines Rundfunkempfängers an Netzen beider Stromarten gestattet, ohne daß zusätzliche Hilfsmittel verwendet oder Schaltungsänderungen im Netzteil des Gerätes vorgenommen zu werden brauchen. Wenn auch die Frage des reinen Gleichstrom-Anschlusses durch die bereits vor einigen Jahren erschienenen Gleichstromröhren mit indirekter Kathodenheizung technisch gelöst worden war, so bestanden weiterhin doch noch Nachteile wirtschaftlicher Art insofern, als der Besitzer eines Gleichstromgerätes bei Umstellung des von ihm benutzten Netzes auf Wechselstrom oder gegebenenfalls auch bei Umzug gezwungen war, entweder sich einen Wechselstromempfänger zu beschaffen oder das Gleichstromgerät mit einem Vorsatz - Gleichrichter zu betreiben; in beiden Fällen entstanden nicht unerhebliche Anschaffungskosten. Die neuen Allstromempfänger beseitigen diese wirtschaftlichen Nachteile. Die Möglichkeit des Betriebes an beiden Stromarten ohne Schaltungsänderung setzt voraus, daß auch bei Gleichstrombetrieb eine Netz-Gleichrichterröhre im Gerät vorhanden ist. Während sie an Wechselstromnetzen als elektrisches Ventil wirkt, schützt sie bei Gleichstrombetrieb die eingebauten Elektrolyt-Kondensatoren vor Schäden durch falsche Polung. Zur Vermeidung größerer Spannungsverluste, die sich besonders an 110-V-Netzen nachteilig auswirken würden, hat sie einen geringen inneren Widerstand. Beim Übergang von einer Netzspannung zur anderen braucht man nur umzuschalten. Wegen seines größeren technischen Aufwandes ist der Allstromempfänger teurer als das Wechselstromgerät. Da außerdem in Deutschland die Wechselstromnetze bei weitem in der Überzahl sind, wird neben der Allstromausführung, die nur das reine Gleichstromgerät verdrängt, der Wechselstromempfänger in erheblich größerer Auflage nach wie vor gebaut. Von den von der AEG unter der Bezeichnung „Meisterklasse 35/36" zur Großen Deutschen Rundfunkausstellung herausgebrachten drei neuen Empfängertypen werden das kleine und das große Gerät in Wechselstrom- und Allstromausführung, das mittlere vorerst nur für Wechselstrombetrieb geliefert. Sie sind auf bewährten Schaltungen aufgebaut. Durch weitere Veredlung und zweckdienliche Bemessung aller elektrischen Bauteile konnten bemerkenswerte Leistungssteigerungen erzielt werden. Die einzelnen Vertreter der neuen Meisterklasse tragen die Namen: AEG-Deutschlandmeister 35/36, AEG-Europameister 35/36, AEG-Weltmeister 35/36.

AEG-Deutschlandmeister ist ein Zweiröhren-Einkreis-Empfänger, dessen Leistung durch Verwendung von neuzeitlichen Fünfpolröhren und durch günstigste Bemessung seiner Aufbauteile gesteigert worden ist. Eingebauter Sperrkreis, stetig veränderliche Antennenkopplung und bedienbare Audion-Rückkopplung ermöglichen schmiegsame Anpassung an die jeweiligen Empfangsverhältnisse. Unter normalen Bedingungen ist Deutschlandmeister der Empfänger der starken Fernsender, von denen 50 auf seiner durchleuchteten Linearskala verzeichnet sind. Wie bei großen Geräten können Lautstärke und Klangfarbe ohne Beeinflussung der Abstimmung durch besondere Regler dem Geschmack des Hörers angepaßt werden. Das vom Bezirksender ausgestrahlte Tonfrequenzband wird in voller Breite von der 3-W-Endröhre dem dynamischen Vollklang-Lautsprecher zugeführt, der alle darin enthaltenen Feinheiten und Schattierungen der Klangfarbe und Musikdynamik zu Gehör bringt.

AEG-Europameister ist der vollendete Geradeaus-Empfänger in der bewährten Dreiröhren-Zweikreis-Schaltung. Neue Fünfpolröhren hohen Verstärkungsgrades und Hochleistungskreise mit Eisenkernspulen gewährleisten auch unter schwierigen Verhältnissen sicheren Empfang der meisten auf der durchleuchteten Linearskala verzeichneten europäischen Sender. Durch die von Hand einstellbare Empfindlichkeitsreglung und Rückkopplung kann in Verbindung mit dem eingebauten Bezirksender-Sperrkreis für jeden Empfangsort das günstigste Verhältnis zwischen Verstärkung und Siebwirkung festgelegt werden, so daß Trennschwierigkeiten praktisch nicht mehr auftreten. Auf diese Weise läßt sich das Tonfrequenzband, dessen Umfang auch durch einen Klangfarberegler verändert werden kann, in einer solchen Breite ausfiltern, daß auch die Darbietungen der Fernsender in dem von einer 3-W-Endröhre betriebenen dynamischen Vollklang-Lautsprecher tonrein und naturwahr wiedergegeben werden. Europameister ist mit allen Bedienungsannehmlichkeiten ausgestattet, die man von einem Empfänger dieser Leistungsklasse erwartet.



AEG-Rundfunkempfänger Weltmeister 35/36.

AEG-Weltmeister (s. Abb.) ist ein Vierröhren-Superhet mit sechs Schwingungskreisen, von denen vier als Breitbandfilter geschaltet sind. Durch Verwendung von neuzeitlichen Hochleistungsröhren, Eisenkernspulen und verlustärmsten Baustoffen werden Leistungen an Reichweite und Trennschärfe erreicht, die praktisch nicht mehr überboten werden können. Ein selbsttätiger Empfindlichkeitsregler gleicht die Wirkung auch großer Feldstärkeunterschiede aus, die während des Empfangs als Schwunderscheinungen oder beim Übergang von einem Sender zu einem anderen auftreten können. Ein Feldstärke-Anzeiger, der gleichzeitig als optischer Kontroller dient, ermöglicht genaueste Einstellung (auch bei Stummabstimmung) der auf der durchleuchteten, isometrischen Linearskala übersichtlich verzeichneten Sender. Lautstärke- und Klangfarberegler sowie Störsperre (von Hand bedienbarer Empfindlichkeitsregler) sind selbstverständliche Beigaben, welche die Wiedergabe des Empfängers den Hörerwünschen anzupassen gestatten. Die ausgeglichene Gesamtleistung des Empfängerteils und des elektrodynamischen Vollklang-Lautsprechers befriedigt auch den kritischen Musikliebhaber, der die höchsten Wiedergabeansprüche an alle erreichbaren Sender stellt.

Die drei Vertreter der AEG-Meisterklasse sind in formgleichen stilvollen Edelholzgehäusen untergebracht, die sich voneinander im wesentlichen nur durch ihre Abmessungen unterscheiden. Die Gehäuse wirken nicht nur durch ihre vollendete ausgeglichene Form, sondern zeichnen sich auch durch mechanische Festigkeit aus, die allen Beanspruchungen gewachsen ist.

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellensuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

Die Stellungsuchenden weisen wir darauf hin, daß es zweckmäßig ist, den Bewerbungen auf Chiffre-Anzeigen keine Originalzeugnisse beizufügen. Zeugnisabschriften, Lichtbilder usw. müssen Namen und Anschrift des Bewerbers tragen.

Verlag und Expedition der Elektrotechnischen Zeitschrift

Stellengesuche

FACHMANN

für Entwurf, Ausführung und Betrieb von Fernwirk- und Überwachungsanlagen, selbsttätigen Steuerungen und Regelungen aller Art mit umfangreichen Erfahrungen und kaufmännischer Begabung sucht sich in selbständigen Wirkungskreis zu verändern.

Gefl. Angeb. unt. **E. 5895** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Spezialist für Install.-Material,

Elektro-Ing., I. Kraft, bisheriger Leiter einer Spez.-Fabrik, m. langj. Erf. in der Fabrikation u. Konstruktion von V.D.E. u. Exp.-Material, sucht pass. ausbauf. Wirkungskreis als Betriebsleiter.
Off. erb. unt. **E. 5898** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Elektrokaufmann, I. kfm. Kraft, bilanzsicher, vollk. firm im Abrechnungs-, Buchhalt.-, Lager- u. Bestellwesen, guter Organisator, zielbew. Arbeiter, wünscht zu sofort Veränderung. Ang. u. **E. 5882** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

ETZ-ANZEIGEN
verbürgen den größten Erfolg

Wer kann mir eine vollkommen selbständige, verantwortungsvolle leitende Stellung bieten?

Ich bin 33 Jahre alt, ledig, von gewandtem Auftreten und stamme aus alter Fabrikantenfamilie. Seit mehreren Jahren bin ich als **Ober-Ingenieur** in einer mittleren Maschinenfabrik mit der Leitung der von mir eingerichteten Abteilung **Elektromotoren- u. Wasserpumpenbau** beschäftigt. Mit der Konstruktion, Berechnung und Herstellung moderner Elektromotoren- und Kleinkreiselpumpen in jeder Hinsicht vertraut, habe ich außer der Konstruktion aller von meiner jetzigen Firma hergestellten normalen Modelle mehrere **ges. gesch. Spezialkonstruktionen** aufgestellt.
Ich wünsche mich zu verändern, da ich bei meiner jetzigen Firma nicht so frei arbeiten kann, wie ich es meinen konstruktiven Ideen und meinem **organisatorischen Talente** nach müßte. Gefl. Angebote unter **E. 5900** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Dipl.-Ing. (Fernmeldetechnik) mit 2. Staatsprfg. (Regierungsbaumstr.) und $3^1/_2$ jähr. Tätigk. bei techn. Reichsbehörde u. Industie, verfügt über sehr gute Zeugnisse (T. H. Dresden) u. vielseit. Erfahr. im Entwurf und Bau von Fernmeldeanlagen (auch Hochfrequenzanl.) sowie im Behördenverkehr, sucht entwicklungsf. Dauerstellung bei techn. Behörde oder für Bearbeitung von Behördenaufträgen i. d. Indust. Bin 28 J., ar. Abst., gute Ref. Ang. erb. u. **E. 5887** a. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Fortsetzung auf Seite 16

AEG-Einheits-Störschutzkondensatoren.

Mitteilung der AEG.

Die neue Fassung der VDE-Leitsätze 0874/1935 (Maßnahmen an Maschinen und Geräten zur Verminderung von Rundfunkstörungen) gibt Hinweise über die zweckmäßige Beschaltung von elektrischen Maschinen und Geräten mit Entstörungsmitteln. Es sind hierin auch Höchstwerte für den Durchgangsstrom im Schutzleiter und für den Berührungsstrom nicht geerdeter oder genullter Störer festgelegt. Besondere Bestimmungen für Ausführungsform und Einbau der Entstörungsmittel

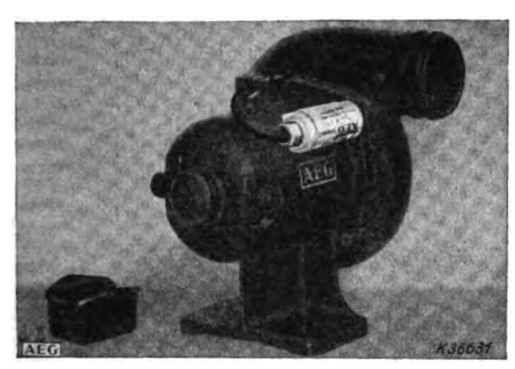


Abb. 1. Entstörung eines Gebläsemotors durch einen AEG-Einheits-Störschutzkondensator.

bestehen noch nicht; es bleibt daher bei einer nachträglichen Entstörung vorbehalten, die vorhandenen Installationsvorschriften sinngemäß zu berücksichtigen.

Die richtige Auswahl und der sachgemäße Einbau der verschiedenen auf dem Markt befindlichen Ausführungsformen und Größen der Entstörungsmittel setzt umfangreiche Erfahrungen und Kenntnisse auf diesem Sondergebiet voraus. Der Zeitaufwand für die Auswahl und die Installation solcher Entstörungsmittel ist verhältnismäßig groß. Wenn aber die Entstörung des Rundfunks auf breiter Grundlage durchgeführt werden soll, muß jeder Installateur die Möglichkeit haben, Ent-

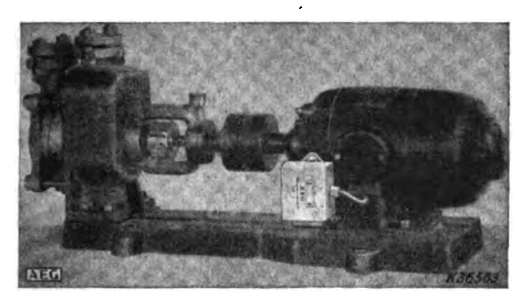


Abb. 2. Entstörung eines Pumpenmotors durch AEG-Einheits-Störschutzkondensator.

störungsmittel schnell, einfach und den Vorschriften entsprechend einzubauen. Eine Vereinheitlichung der Entstörungsmittel ist daher notwendig.

Die AEG hat Einheits-Störschutzkondensatoren entwickelt, die allen Anforderungen gerecht werden:

gute Entstörungswirkung,
hohe Betriebssicherheit,
einfache Installation,
vielseitige Verwendbarkeit,
feste, zweckentsprechende Ausführung,
geringe Kosten und
kleine Abmessungen.

Die AEG-Einheits-Störschutzkondensatoren sind in allseitig verlötete Rostschutzgehäuse eingebaut. Die Anschlüsse sind durch eine Kabelstopfbuchse feuchtigkeitsdicht und zugentlastet mit mehradrigem Gummischlauchkabel herausgeführt. Kräftige Laschen gestatten eine ordnungsmäßige Befestigung am Störer. Abb. 1 und 2 zeigen Beispiele für die Anordnung der AEG-Einheits-Störschutzkondensatoren.

Der Aufbau ist so vorgenommen, daß die mit dem Kapazitätsaufwand größtmögliche Entstörungswirkung erzielt werden kann. Mit Rücksicht auf die vom VDE zugelassenen Höchstwerte der Durchgangsströme ent-

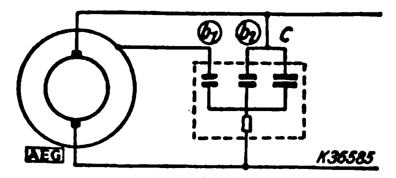


Abb. 3. Entstörungsschaltung der AEG-Einheits-Störschutzkondensatoren für alle ortsveränderlichen Maschinen und Geräte und für ortsfeste Maschinen ohne Schutzleitung.

halten die AEG-Einheits-Störschutzkondensatoren zwei entsprechend bemessene Schutzkapazitäten, die wahlweise je nach den vorliegenden Netz- und Erdungsverhältnissen angeschlossen werden können.

Die vielseitige Verwendungsmöglichkeit geht aus den Schaltbildern 3 ... 5 hervor. Das Gehäuse der Einheits-Störschutzkondensatoren ist gestrichelt angedeutet. Die Hauptkapazität, die in jedem Falle parallel zu den Klemmen oder Bürsten des störenden Motors liegt, ist mit C, die Berührungsschutzkapazität

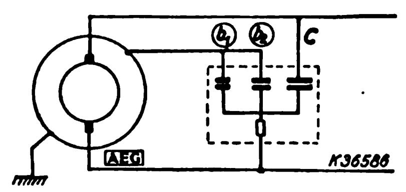


Abb. 4. Entstörungsschaltung der AEG-Einheits-Störschutzkondensatoren für ortsfeste Maschinen mit Schutzleitung.

entsprechend der Höchstdurchgangsstromstärke von 0,4/0,8 mA bzw. 3,5 mA mit b_1 bzw. b_2 bezeichnet. Bei der Entstörung ortsfester Maschinen ohne Schutzleitung und ortsveränderlicher Maschinen und Geräte mit oder ohne Schutzleitung wird b_1 an das Störergehäuse gelegt und b_2 parallel zu C geschaltet, so daß die wirksame Hauptkapazität zwischen den Bürsten oder Klemmen des Störers um die Kapazität b_2 erhöht wird (Abb. 3). Bei ortsfesten Maschinen mit Schutzleitung schließt man b_1 und b_2 an das Störergehäuse an (Abb. 4). In Netzen

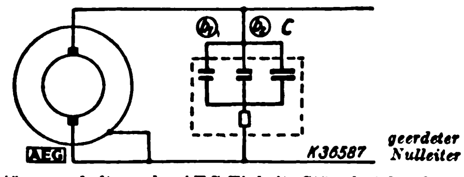


Abb. 5. Entstörungsschaltung der AEG-Einheits-Störschutzkondensatoren für genullte Maschinen und Geräte in Netzen mit geerdetem Nulleiter.

mit geerdetem Nulleiter ist bei genullten Störern eine Berührungsschutzkapazität überflüssig, so daß zur Erhöhung der wirksamen Hauptkapazität alle Kapazitäten parallel zu den Bürsten oder Klemmen geschaltet werden können (Abb. 5). Die Sicherung in den AEG-Einheits-Störschutzkondensatoren sorgt für die erforderliche Betriebssicherheit. Bei Verwendung dieser Einheits-Störschutzkondensatoren erübrigen sich besondere Berührungsschutzmaßnahmen, z. B. Führen der Verbindungsleitungen zum Störer in einem Schutzrohr.

Mycalex als Werkstoff für Hochfrequenztechnik.

Mitteilung der AEG.

Mycalex, ein aus Glimmer und Glas bestehender anorganischer Preßstoff (DRP), ist als Type Y seitens des Staatlichen Materialprüfungsamtes typisiert und weist die folgenden Mindestwerte auf:

Spezifisches Gewicht	3,3
Mechanische Festigkeiten:	
Biegefestigkeit	1000 kg/cm²
Schlagbiegefestigkeit	5 kgcm/cm²
Thermische Eigenschaften:	
Wärmefestigkeit nach Martens mind.	400°
Glutfestigkeit Mindest-Gütegrad	5
Elektr. Eigenschaften:	
Oberflächenwiderstand nach 24stünd. Liegen in Wasser mind. Vergleichszahl	4

Schon diese Mindestwerte zeigen andere elektrische Isolierstoffe weit überragende Eigenschaften. Im besonderen zeichnet sich Mycalex aber auf dem Gebiete der Hochfrequenztechnik aus. Hier werden folgende Eigenschaften verlangt: große mechanische Festigkeit, gute Verformungsmöglichkeit und größte Maßgenauigkeit, niedriger Wärmeausdehnungskoeffizient, hohe Isolationsfestigkeit und geringe dielektrische Verluste auch bei steigenden Temperaturen.

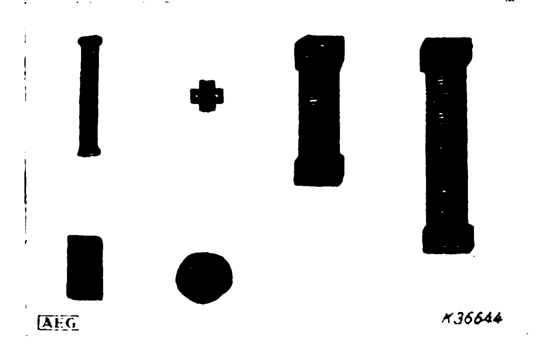


Abb. 1. Aus Mycalexplatten herausgearbeitete Teile.

Die in der Typisierung für Mycalex festgelegten Mindestwerte für die mechanische Festigkeit übertreffen bei weitem die Festigkeiten keramischer Stoffe. Vor allem zeichnet sich Mycalex gegenüber diesen Stoffen durch die gute Verformungsmöglichkeit aus; es kann sowohl in völlig ebenen Platten und Stäben, als auch in gepreßten Formstücken bei großer Meßgenauigkeit geliefert werden. Die Verwendung von Hartmetallstählen gestattet die spanabhebende Bearbeitung von Mycalexplatten und -stäben zu Teilen, die nur geringste Toleranzen beanspruchen (Abb. 1 und 2). Für Teile, die in größeren Mengen oder laufend benötigt werden, empfiehlt sich die Verarbeitung in Preßform.

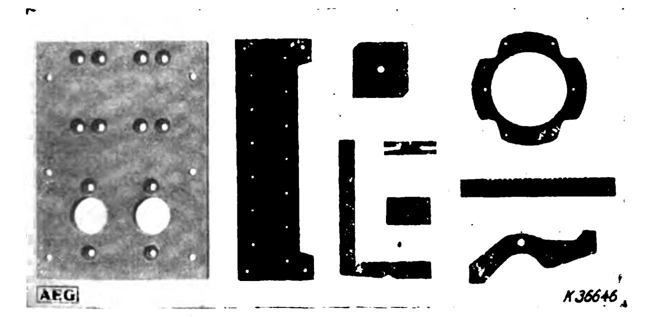


Abb. 2. Aus Mycalexplatten herausgearbeitete Teile.

Die Möglichkeit, Metalle zu umpressen oder einzubetten (Abb. 3) und vollkommen wasserdicht mit dem Mycalex zu verbinden (keine nachträgliche Einkittung!) ist ein weiterer Vorteil von Mycalex, der sich auch in Kostenersparnis auswirken kann. Die Ausdehnungskoeffizienten von Metall und Mycalex sind einander sehr angenähert.

Für die Verwendung von Mycalex in der Hochfrequenztechnik, insbesondere bei Sendern mit höheren Spannungen, ist seine große Isolationsfestigkeit wichtig. Sowohl die Durchschlagsfestigkeit (15 kV/mm), als auch der Oberflächen- und innere Widerstand weisen hohe Werte auf. Der große Spannungsbereich von Sendern kann infolge dieser Festigkeit durch kleinere Abstufungen isoliert werden.

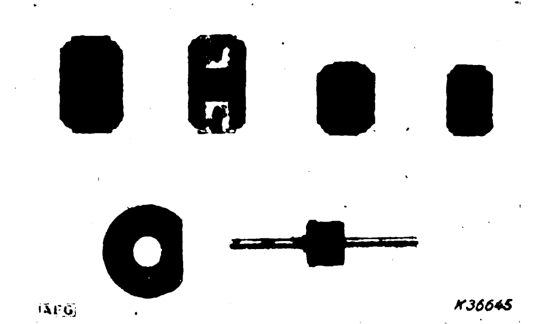


Abb. 3. Mycalex-Formgußstücke mit eingepreßten Metallteilen für Senderzwecke.

Mycalex entspricht im vollem Umfange den Forderungen auf Unempfindlichkeit gegen Wärme, Feuchtigkeit und Alterung. In geschliffenem Zustande ist es feuchtigkeitsunempfindlich. Irgendwelche Alterungserscheinungen konnten nicht beobachtet werden.

Gegenüber anderen Werkstoffen zeichnet sich Mycalex ferner dadurch besonders aus, daß es bei hoher mechanischer Festigkeit eine verhältnismäßig hohe Dielektrizitäts-Konstante ($\varepsilon = 8$) hat, die auf die Verwendung als Dielektrikum für Kondensatoren mit hoher Kapazität bei dünnen Wandstärken ohne die Gefahr des Bruches hinweist.

Besonders wichtig sind die sehr niedrigen elektrischen Verluste; diese betragen etwa 15 ··· 20‰ der Ladeleistung und bleiben auch bei steigenden Temperaturen und Frequenzen fast unverändert. Dieser wesentliche Vorteil von Mycalex gegenüber anderen Werkstoffen, die geringere dielektrische Verluste aufweisen, in Verbindung mit den vorher geschilderten Eigenschaften, insbesondere seine Maßgenauigkeit, leichte Bearbeitbarkeit und große mechanische Festigkeit, verschafft dem Mycalex ständig wachsende Verwendung, vor allem auch im Senderbau.

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.
Die Stellungsuchenden weisen wir darauf hin, daß es zweckmäßig ist, den Bewerbungen auf Chiffre-Anzeigen keine Originalzeugnisse beizufügen. Zeugnisabschriften, Lichtbilder usw. müssen Namen u. Anschrift des Bewerbers tragen.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT



AEG-Sonderausstellung für Installationstechnik.

Mitteilung der AEG.

Aus der Erkenntnis heraus, daß es zu den wichtigsten Werbemitteln eines technischen Unternehmens gehört, seine Erzeugnisse unmittelbar vorzuführen, eröffnete die AEG schon vor 50 Jahren[1]) unter ihrem damaligen Namen „Deutsche Edison - Gesellschaft" eine ständige Ausstellung in der Berliner Friedrichstraße. Diese Ausstellung, die von Anfang an große Beachtung fand, ist im Laufe der folgenden 50 Jahre ständig erweitert worden; sie gibt auch heute in mehreren großen Sälen[2]) an die ein Vortragssaal angeschlossen ist, einen umfassenden Überblick über das gesamte Schaffen der AEG in Starkstrom- u. Schwachstromtechnik. Motoren, Schweißmaschinen, Hochspannungsgeräte, Schalt- und Meßgeräte, Leitungen, Haushaltgeräte usw. werden, vielfach betriebsfertig, vorgeführt; Schnittmodelle und zeichnerische Darstellungen erleichtern die Übersicht.

Abb. 1. Gesamtansicht der Sonderausstellung.

Wiederholt hat die AEG im Rahmen dieser Schau eine Reihe von Sonderausstellungen veranstaltet, um einzelne Teile ihrer Erzeugung besonders eingehend zu zeigen; auch eine große elektrische Lehrküche wurde angeschlossen. Zu den bemerkenswertesten dieser Sonderveranstaltungen gehört die z. Z. geöffnete Installations-Ausstellung (Abb. 1), die sehr viele Anregungen enthält.

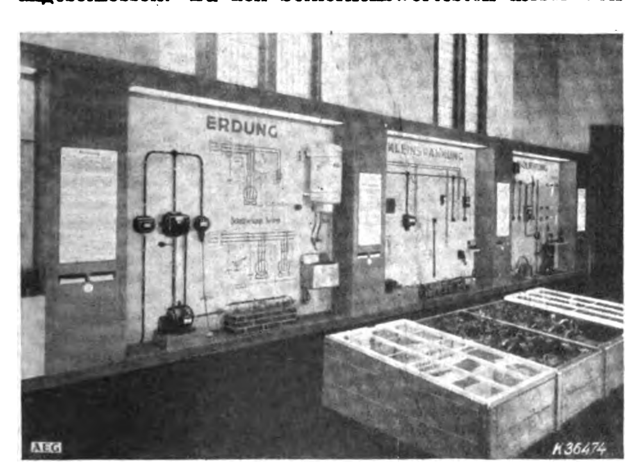


Abb. 2. Treibhausbeet, dahinter Abteilungen Isolierung, Kleinspannung und Erdung.

Sie ist auf der Tatsache begründet, daß die Voraussetzung für das einwandfreie Arbeiten jeder elektrischen Anlage ihre sorgfältige installationsmäßige Herstellung unter Verwendung geeigneter Verlegungsmaterialien und Geräte unter Beachtung aller Sicherheitsvorschriften ist. Folgerichtig zeigt sie die wichtigsten Installationen in Haus, Werkstätte und Landwirtschaft in mustergültiger Ausführung.

Besonders bemerkenswert sind die Anlagen, die der Sicherheit für Mensch und Tier dienen: Isolierung, Erdung, Nullung, Kleinspannung und Schutzschaltung (Abb. 2). In der Abteilung Isolierung wird die Verwendung isolierstoffgekapselter Geräte und kabelähnlicher Leitungen gezeigt; Gehäuse aus Isolierstoff für die verschiedensten Geräte, wie Staubsauger, Leuchten, Bohrmaschinen gewährleisten — vor allem in feuchten Räumen — den sichersten Schutz. Hierher gehören auch die neuen gummiumkleideten AEG-Flexoleitungen, die großen Anklang gefunden haben.

Die Erdung wird an einem Motor, einem Heißwasserspeicher und einer Steckvorrichtung vorgeführt; die Nullung ist an einem Elektroherd und an weiteren Motoren angeordnet. In der Unterabteilung Schutzschaltung wird die Anwendung der Fehlerspannungsspule gezeigt.

In Kesseln und in Räumen, in denen die Isolierung der elektrischen Anlagen besonders stark gefährdet ist, verlangen die VDE-Vorschriften Kleinspannungen. Die von der AEG hierfür entwickelten ortsfesten und tragbaren Schutzumspanner werden ebenfalls im Betrieb gezeigt, und zwar bei Bohrmaschinen, Handleuchten und dgl.

Ein 6,5 m hohes Siedlungshaus enthält alle neuzeitlichen elektrischen Hausanlagen und -geräte — vom Kühlschrank und Elektroherd bis zur kleinsten Leuchte. Die Installationen sind unter Putz verlegt, jedoch an einigen Stellen nachträglich wieder sichtbar gemacht worden.

Es folgt eine kleine Instandsetzungswerkstatt, die mit Bohrmaschine, Schmiedefeuergebläse, Schleifmaschine usw. ausgerüstet ist; eine Milchkammer mit neuzeitlichen elektrischen Molkereigeräten schließt sich an. Ein mit Feuchtraum-Installation versehener Stall zeigt insbesondere eine Melkmaschine; erwähnenswert ist ferner das elektrisch beheizte Treibhausbeet, das die Beheizung durch Bodenheizkabel und durch Luftraumkabel vorführt. Elektrisch angetriebene landwirtschaftliche Maschinen: eine Dreschmaschine, eine Häckselmaschine, eine Schrotmühle und eine Jauchepumpe vervollständigen die Ausstellung.

Schon diese kurze Übersicht zeigt, wieviel wertvolle Anregungen diese Sonderschau zu geben vermag; ihr Besuch ermöglicht Fachleuten und Laien eine Vertiefung ihres Wissens. Deshalb wird sie, um möglichst vielen Interessenten Gelegenheit zum Besuch zu geben, noch längere Zeit bestehen bleiben.

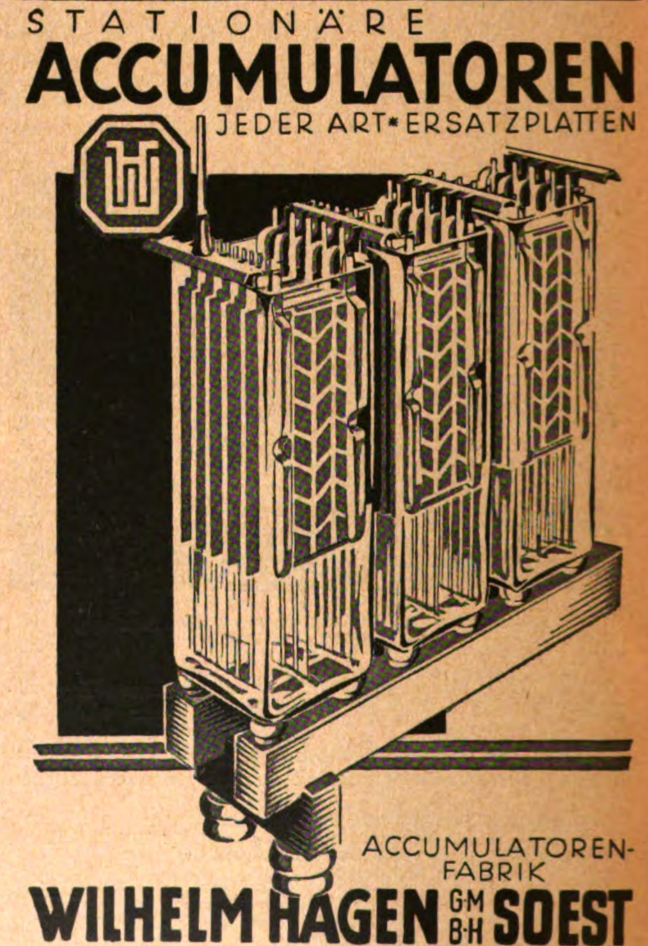
[1]) s. AEG-Mitteilungen 1935, Heft 4, S. 162.
[2]) Haus der Technik, Berlin N 24, Friedrichstraße 110/112, Passage; Besuchszeit: werktags von 9 ... 19 Uhr; Eintritt frei.




WIDERSTANDSMATERIAL
VDN
SCHWERTE
DIN VDE 6461, WM 110,
WM 100, WM 50, WM 43


Wissenschaftlich genau
überwachen wir unsere Fabrikation, prüfen wir die verschiedenen Legierungen. Wir liefern Ihnen daher für jeden Zweck vollgeeignete Leichtmetall-Abgüsse. Und dabei so sauber, maßhaltig und preisgünstig, daß es sich wirklich lohnt, bei uns anzufragen.
Aluminium
Silumin
Elektronmetall
Hydronalium
ALUMINIUMWERK MAULBRONN
W. & W. Schenk K.G. MAULBRONN-W.


KABELVERTEILER
MIT REKLAMEFLÄCHEN
CLUB
Große Ermäßigung der Anschaffungskosten durch Vermietung von Reklameflächen
C.W. KEHRS & CO. G.m.B.H.
KETTWIG


STATIONÄRE
ACCUMULATOREN
JEDER ART • ERSATZPLATTEN
ACCUMULATOREN-FABRIK
WILHELM HAGEN G.M.B.H. SOEST

AEG-Elektronenstrahl-Oszillograph

Mitteilung der AEG.

Die Braunsche Röhre als Hilfsmittel zum Aufzeichnen schnell veränderlicher, periodischer Vorgänge hat eine allgemeine Verbreitung gefunden. Durch die Zusammenfassung aller zum Betrieb der Röhre erforderlichen Zusatzeinrichtungen in einem einzigen Gehäuse wurde von der AEG ein betriebsicheres, einfach zu handhabendes Gerät geschaffen, das den neuzeitlichen Anforderungen entspricht. So werden z. B. sämtliche zum Betrieb

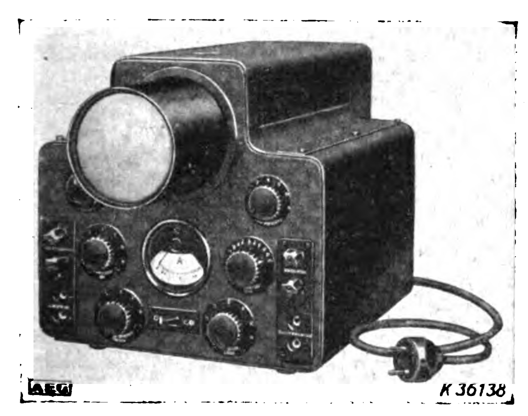


Abb. 1. AEG-Elektronenstrahl-Oszillograph.

der Braunschen Röhre und der Zeitablenkung erforderlichen Spannungen dem Wechselstromnetz entnommen.

Der AEG-Elektronenstrahl-Oszillograph (Abb. 1) verwendet eine Braunsche Röhre mit Gasfüllung und kleiner Strahlgeschwindigkeit. Trotz der gedrungenen Bauform der Röhre beträgt die Spannungs-Empfindlichkeit 1 mm/V. Die anliegende Anodenspannung wird im Netzanschlußteil des Gerätes erzeugt; sie beträgt nur 450 V. Die Kathodenform ist so durchgebildet worden, daß sich eine große Lebensdauer ergibt, die für die AEG-Röhre mit etwa 500 Brennstunden angegeben werden kann. Die grundsätzliche Schaltung zeigt Abb. 2.

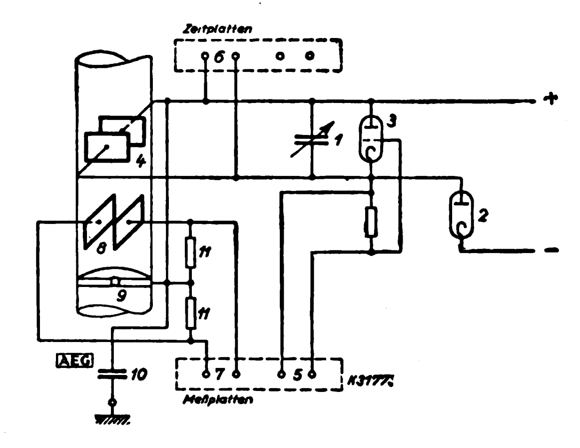
Die Platten für die Meßspannung und die Zeitablenkung sind mit Anschlußklemmen an der Frontplatte des Gerätes verbunden. Außerdem befinden sich an der Frontplatte alle zum Betrieb des Oszillographen erforderlichen Regelwiderstände und ein Strommesser für den Heizstrom der Braunschen Röhre. Die Regler sind so ausgelegt, daß es nach Einstellung des auf jeder Röhre angegebenen Heizstromes keine toten Zonen gibt, weil in allen Stellungen der Regelwiderstände der Leuchtfleck auf dem Schirm sichtbar bleibt. Hierdurch wird die Inbetriebnahme des Oszillographen wesentlich erleichtert.

Durch die Bauform des Gerätes ist eine magnetische Beeinflussung des Elektronenstrahles durch das Wechselstromnetz vermieden worden. Der Netzanschluß-Umspanner ist durch einen verschweißten doppelwandigen Mantel aus Nickeleisenblech abgeschirmt, außerdem ist die Braunsche Röhre in einen Zylinder aus Nickeleisen eingebettet. Ferner sind Umspanner und Schaltung so angeordnet, daß sich die noch übrigbleibenden magnetischen Streufelder in der Achse des Elektronenstrahles aufheben.

Der Ausgleich der Spannungsschwankungen im Wechselstromnetz wird auf der Niederspannungsseite des Umspanners durch einen Eisenwasserstoffwiderstand erreicht. Zur Gleichstromglättung dient eine dreigliedrige Siebkette und hochspannungsseitig ein Stabilisator.

Die Zeitablenkung erfolgt durch eine sägezahnförmige (zeitlineare) Spannung, die einem eingebauten Kippschwingkreis entnommen wird. Hierdurch ist es möglich, von allen periodischen Vorgängen auf dem Leuchtschirm stehende Bilder zu erzielen. Der Kippschwingkreis besteht aus einem Kondensator, der über eine Elektronenröhre mit gleichbleibendem Strom aufgeladen wird, um sich beim Erreichen einer einstellbaren Endspannung über eine Kippschwingröhre zu entladen. Durch die Reglung des über die Elektronenröhre fließenden Stromes und durch Veränderung der Kondensatorgröße läßt sich der Kippschwingvorgang innerhalb eines Bereiches von 1 ... 20 000/s verändern. Koppelt man den zu untersuchenden Vorgang induktiv mit dem Kippschwingkreis, so ergeben sich eine zwangsläufige Synchronisierung und damit stabile, stehende Bilder.

Der Umschalter für die einzelnen Zeitkreiskondensatoren gestattet gleichzeitig, den Kippkreis abzuschalten. Dadurch, daß die Zeitplatten der Röhre an zwei Anschlußklemmen auf der Frontplatte geführt sind, ist es möglich, Zeitplatten und Meßplatten mit der gleichen Frequenz zu beschicken und Lissajou'sche Figuren abzubilden. Darüber hinaus können Magnetisierungsschleifen, Kennlinien von spannungsabhängigen Widerständen und andere nichtlineare Kennlinien dargestellt werden.



1 = Zeitkreiskondensator
2 = Laderöhre
3 = Entladeröhre
4 = Zeitplatten
5 = Synchronisierung
6 = Anschlußklemmen der Zeitplatten
7 = Anschlußklemmen der Meßplatten
8 = Meßplatten
9 = Anode
10 = Kapazitive Erde
11 = Widerstände zur Symmetrierung der Meßplatten

Abb. 2. Grundsätzliche Schaltung.

Der AEG-Elektronenstrahl-Oszillograph kann für Frequenzen bis zu 40 000 Hz verwendet werden. Höhere Frequenzen werden infolge der Raumladung des Füllgases in der Braunschen Röhre nicht mehr verzerrungsfrei abgebildet.

Durch die vielseitigen vorhandenen Schaltungen und Schaltungsmöglichkeiten werden dem Gerät im Laboratorium und darüber hinaus im Betrieb umfangreiche Anwendungsgebiete erschlossen. Die geringen Abmessungen von 300 × 290 × 350 mm und das geringe Gewicht von nur etwa 16 kg erleichtern die Beförderung und geben auch in dieser Beziehung dem AEG-Elektronenstrahl-Oszillograph erhebliche Vorteile.

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

Die Stellungsuchenden weisen wir darauf hin, daß es zweckmäßig ist, den Bewerbungen auf Chiffre-Anzeigen keine Originalzeugnisse beizufügen. Zeugnisabschriften, Lichtbilder usw. müssen Namen u. Anschrift des Bewerbers tragen.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Fortsetzung auf Seite 16



Ausfahrbare Hochspannungs-Schaltgeräte mit Druckgasschaltern.

Mitteilung der AEG.

Der Druckgasschalter, der unter den öllosen Hochspannungs-Leistungsschaltern eine besondere Stellung einnimmt, schließt jede Zerknall- und Brandgefahr sicher aus; er eignet sich aus diesem Grunde vorzüglich zu engstem Zusammenbau von Schaltanlagen in kleinen Räumen, wie in Gebäudekellern und in Grubenbetrieben unter Tage. Die gedrängteste Bauart eines Schaltanlagenfeldes mit allen Zubehörteilen bei gleichzeitig bester Zugänglichkeit aller Geräte und größter Sicherheit gegen Berührung spannungführender Teile sowie bei zuverlässigem Schutz gegen Fehlschaltungen bildet die AEG-Schaltwagenform, bei der einwandfrei arbeitende mechanische Verriegelungen eine Selbstverständlichkeit sind.

Abb. 1 zeigt zwei aus einer größeren Gruppe von Schaltwagen herausgenommene Einheiten für 3 kV Betriebspannung, aber mit Schlagweiten Reihe 6 und Kriechwegen Reihe 10, einer Reihenspannung, der auch der eingebaute Druckgasschalter entspricht. Die ganze Gruppe ist unter Tage eingebaut und wird von einer zentralen Drucklufterzeugungsanlage mit der zum Schalten und Fernsteuern nötigen Druckluft gespeist. Die äußeren Abmessungen der mit Vollblech gekapselten Einheit betragen 900 mm Breite, 920 mm Tiefe und 2280 mm Höhe. Das Schaltgerät enthält außer dem Leistungsschalter noch zwei Luftstromwandler und einen Trockenspannungswandler nebst Hoch- und Niederspannungssicherungen.

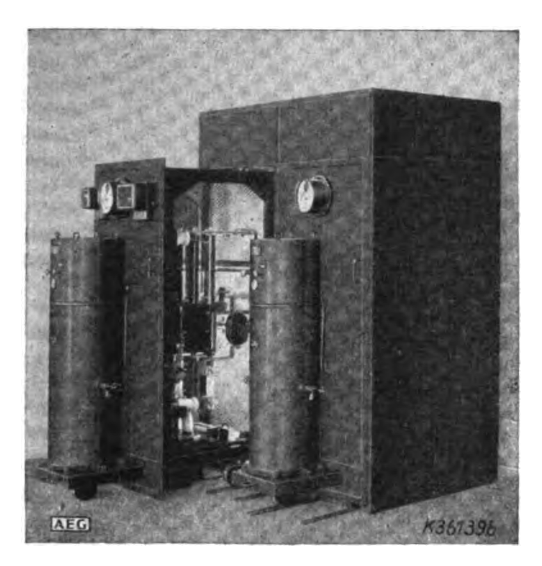


Abb. 1.
Schaltwageneinheiten mit Druckgasschalter.

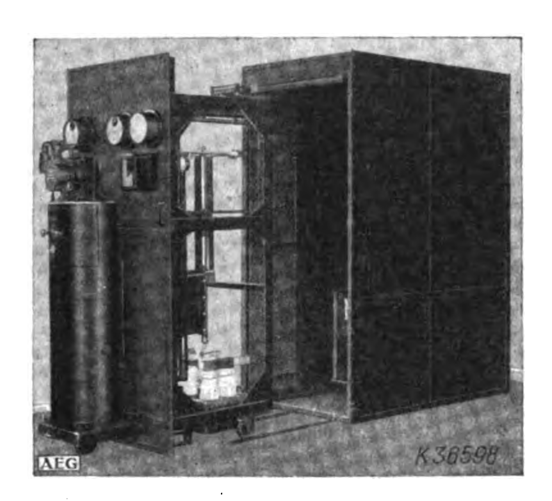


Abb. 2.
Schalteinheit Reihe 20 mit Druckgasschalter.

Abb. 2 zeigt ein ähnliches Gerät, das aber für 15 kV Betriebspannung bestimmt und in allen Abmessungen der Reihe 20 der VDE-Vorschriften entsprechend gebaut ist. Da es sich bei diesem Schaltwagen um eine geringere Anzahl von Einheiten handelt, ist jede von diesen mit einem eigenen, auf den Druckluftbehälter aufgebauten, motorisch angetriebenen Luftverdichter versehen. Bei diesem Schaltwagen betragen die Breite 1100 mm, die Tiefe 1880 mm und die Höhe 2470 mm. Auch hier sind zwei Luftstromwandler und ein Spannungswandler eingebaut, der letztgenannte im ortsfesten Gehäuse.

Bei beiden abgebildeten Schaltwagenformen ist die zuverlässige Kontaktgabe zwischen den im Fahrgestell befindlichen Schalteinrichtungen und den im ortsfesten Teil untergebrachten Sammelschienen und Kabelendverschlüssen durch besonders bewegliche Trennkontakte erzielt, die in ihren Abmessungen reichlich ausgelegt sind. Durch eine eigens für diesen Zweck entwickelte Form stark bemessener, ebenfalls sehr beweglicher Niederspannungs-Reihentrennkontakte wird die Verbindung der Meß- und Steuerleitungen zwischen ortsfestem und fahrbarem Geräteteil bewirkt.

Die Verriegelung ist so eingerichtet, daß sie den Wagen ständig in eingefahrenem Zustand festhält, um ein unbeabsichtigtes Herausrollen bei Erschütterungen zu verhindern; sie muß also beim Bewegen des Fahrgestelles von Hand aufgehoben werden, was nur bei offenen Leistungsschalterkontakten möglich ist. Sie wirkt in gleicher Weise auch auf die Einfahrbewegung und ist ferner mit einer Einrichtung versehen, die es ermöglicht, den Wagen in einer Zwischenstellung festzuhalten, in der die Trennkontakte einen geöffneten Trennschalter darstellen, und in welcher der Leistungsschalter für Kontrollzwecke ein- oder ausgeschaltet werden kann.

Der zum Zweck des Berührungsschutzes vorgesehene Zellenabschluß besteht aus einer zweiflügeligen Drahtgittertür, die sich beim Ausfahren des Wagens selbsttätig schließt und verriegelt, beim Einfahren sich selbsttätig entriegelt und öffnet. In beiden Bildern ist dieser Drahtgitterabschluß deutlich erkennbar, der im Bedarfsfalle, d. h. wenn etwa spritzwasserdichte Kapselung erwünscht ist, aus Vollblech hergestellt werden kann.

Die in Abb. 1 dargestellte Anlage mußte, um vorhandene Fördereinrichtungen zu benutzen, in der Höhe geteilt werden. Die Einzelteile bilden jedoch für sich versteifte Kasten, die am Aufstellungsort lediglich zusammengeschraubt zu werden brauchen; trotz aller räumlichen Schwierigkeiten war der Einbau der Geräte in kurzer Zeit und mit verhältnismäßig geringen Kosten möglich.

Die abgebildeten Schaltgeräte stellen keine Standardformen dar; es ist vielmehr möglich, den Bau von Schaltwagen unter Einhaltung aller wichtigen Grundsätze allen schalttechnischen Erfordernissen und gegebenen Raumverhältnissen weitestgehend anzupassen.



Hochspannungs-Mastschalter.

Mitteilung der AEG.

Freileitungs- und Bahn-Netze werden zur Aufrechterhaltung des Betriebes in einzelne elektrisch getrennte Streckenabschnitte eingeteilt. Zum Trennen und Überbrücken dieser Streckenabschnitte werden Masthörnerschalter verwendet, die im allgemeinen nicht zur Abschaltung von Leistungen dienen.

Im praktischen Betrieb haben sich die AEG-Masthörnerschalter, die als Kippschalter ausgeführt sind, bestens bewährt. Abb. 1 zeigt einen derartigen Schalter mit einfacher Isolation für Bahnen. Um zu verhindern, daß ein von den spannungsführenden Teilen aufliegender Vogel mit den Flügeln den Weg zu den geerdeten Teilen überbrückt, werden die Isolatoren (Abb. 1) auf Vogelschutzböcken befestigt.

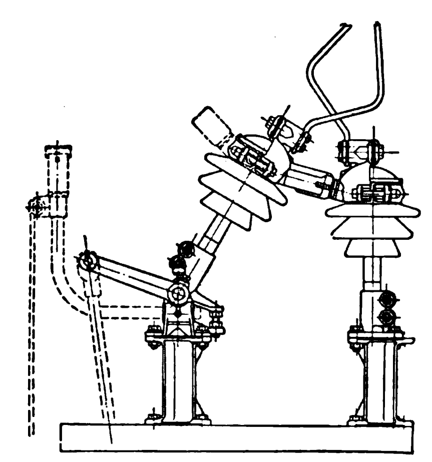


Abb. 1. Masthörnerschalter mit einfacher Isolation 15 kV (Isolation auf Vogelschutzböcken).

Die so erreichte Isolation genügt für den Regelfall. In Sonderfällen, z. B. im Bahnbetrieb bei gleichzeitigem elektrischen und stärkerem Dampflokomotiv-Verkehr, bei starker Verschmutzung der Isolatoren im Hütten- oder Industrie-Betrieb oder in Nähe von chemischen Fabriken und schließlich bei starker solischer Ablagerung an der Meresküste, genügt oft diese Isolation nicht mehr. Für diesen Fall erhalten die Schalter doppelte Isolation. Abb. 2 zeigt einen solchen Schalter für 15 kV und mittlere Stromstärken; für größere Strombelastungen erhält der Schalter doppelte Kontaktmesser und doppelte Kontaktfedern.

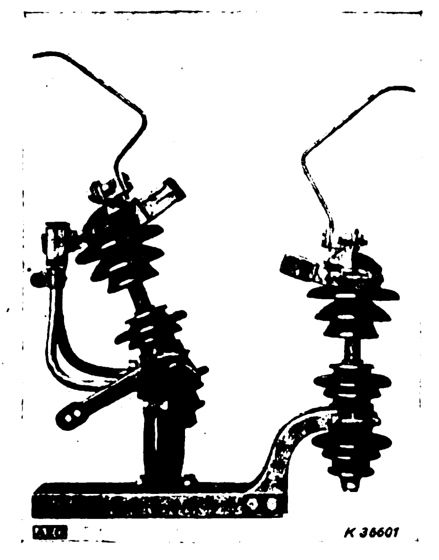


Abb. 2. Masthörnerschalter mit doppelter Isolation 15 kV

Die Schalter nach Abb. 1 und 2 sind so durchgebildet, daß sie auch für kleinere Betriebspannungen ohne weiteres verwendet werden können; die Isolation wird dann für niedrigere Spannungen gewählt. Abb. 3 zeigt einen

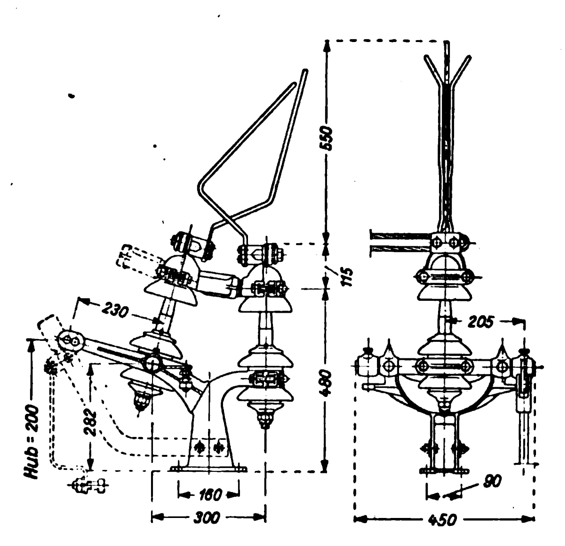


Abb. 3. Masthörnerschalter mit doppelter Isolation 1,5 und 3 kV

Schalter für 1500 bzw. 3000 V Gleichstrom und eine Dauerstromstärke von mindestens 1200 A. Bei höheren Stromstärken werden größere Kontaktmesser und Federn verwendet, bei kleineren Stromstärken an Stelle der zwei Sätze Kontaktfedern und Kontaktmesser nur ein Satz. Bei diesem Schalter und auch bei dem Schalter nach Abb. 2 sind die Isolatoren so befestigt, daß Vogelschutzböcke überflüssig sind.

Während Masthörnerschalter im allgemeinen nicht unter Last gezogen werden können, sind die Schalter nach Abb. 1 ... 3 so durchgebildet, daß sie ohne weiteres mehrmals unter Last gezogen werden können.

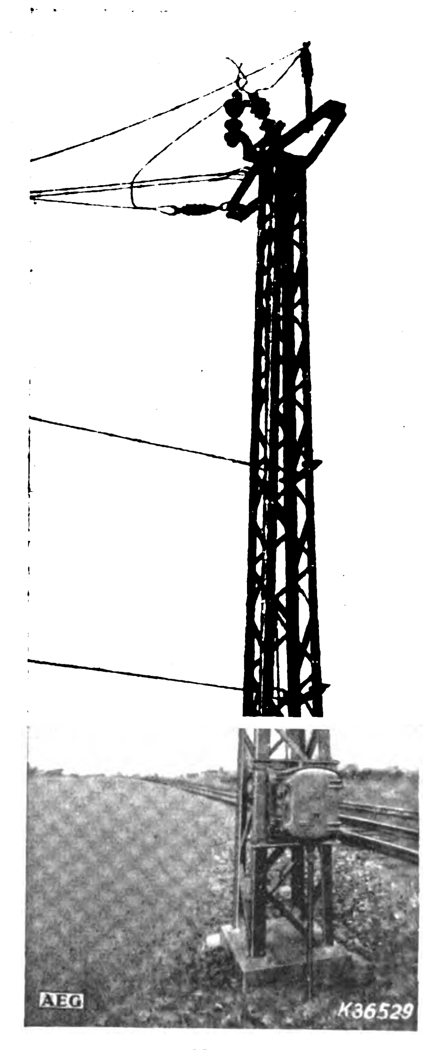


Abb. 4. Mastschalter mit doppelter Isolation und AEG-Fernantrieb.



Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

Die Stellungsuchenden weisen wir darauf hin, daß es zweckmäßig ist, den Bewerbungen auf Chiffre-Anzeigen keine Originalzeugnisse beizufügen. Zeugnisabschriften, Lichtbilder usw. müssen Namen u. Anschrift des Bewerbers tragen.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Bildwerfer für farbige Bühnenbilder

Mitteilung der AEG.

Der Grundgedanke, Dekorationen durch projizierte Lichtbilder zu ersetzen, ist an sich schon verhältnismäßig alt; seine Verwirklichung hatte jedoch einige Voraussetzungen bühnentechnischer und lichttechnischer Art, die erst im Laufe der Jahre erfüllt wurden.

Ein großer Fortschritt, auch in diesem Sinne, war es, als die AEG im Jahre 1907 zum ersten Male den Bühnenhintergrund unabhängig von den übrigen Dekorationen

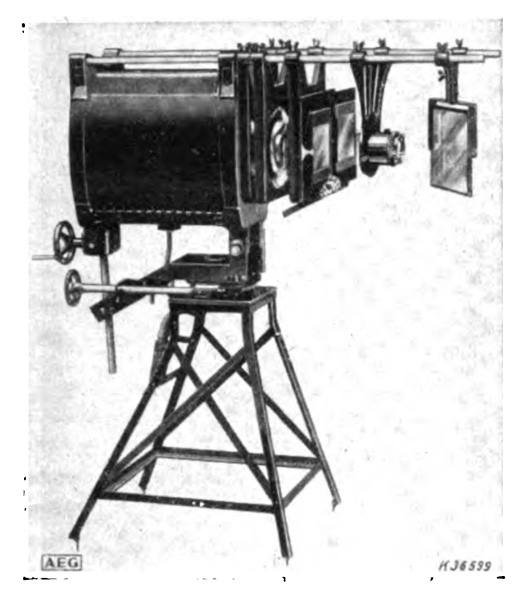


Abb. 1. AEG-Bildwerfer.

anleuchtete und mit Wolkenprojektionen versah; auf diese Weise wurde die Darstellung des natürlich wirkenden Himmels, die bis dahin unüberwindliche Schwierigkeiten gemacht hatte, ermöglicht.

Sobald jedoch statt des Himmels ein dekorativer Hintergrund als Abschluß vorgesehen war — etwa ein Kreuzgang, ein Teil eines Zimmers, eine Straße oder eine Hausfassade — so mußte es man dem Maler überlassen, das Bild in Originalgröße in möglichst leuchtenden Farben und in möglichst räumlich wirkender Perspektive anzuordnen; dieses Bild wurde dann weiß angestrahlt. Die Wirkung mußte mangelhaft bleiben, weil nur der auf die Zuschauer zurückgeworfene Teil des Lichtes voll wirksam wurde.

Bereits seit Jahrzehnten beschäftigte sich die AEG mit den Arbeiten zu einer völlig einwandfreien und daher auch künstlerisch befriedigenden Lösung: den gesamten Hintergrund als Bild auf die weiße Leinwand des Rundhorizontes zu projizieren.

Der Anwendung dieses Gedankens stellten sich zwei Hauptschwierigkeiten entgegen: einerseits verlangten die farbigen Diapositive sowohl in der Farbe als auch in der Malerei eine besondere Technik, anderseits mußte eine besonders lichtstarke und doch randscharfe Optik für diesen Zweck entwickelt werden. Der Bildwerfer muß so aufgestellt werden, daß keinesfalls Dekorationen oder gar Schauspieler in den Strahlengang kommen können, d. h. seitlich auf der Bühne oder auf einer Beleuchtungsbrücke oberhalb der Bühne. Die Zeichnungen und Malereien der Diapositive müssen daher ververzerrt werden, damit sich in der Endwirkung ein gerades, verzerrungsfreies Bild ergibt. Nicht nur die Farben, sondern auch ihre Träger, Hartglas und andere Werkstoffe, sind sorgfältig auszuwählen.

Alle Schwierigkeiten wurden in jahrelanger Entwicklungsarbeit endgültig überwunden; der neue AEG-Bildwerfer (Abb. 1 und 2) ist in der Lage, jedes gewünschte farbige (und nichtfarbige) Bühnenbild künstlerisch hervorragend und technisch einwandfrei zu projizieren.

Besonderer Wert wurde darauf gelegt, daß das Gerät nach allen Seiten leicht und zuverlässig verstellt werden kann. Diese Verstellung erfolgt in der Senkrechten mit Hilfe einer Spindel und in der Waagerechten durch einen Schneckentrieb; zur schnelleren Grobeinstellung können die Getriebe vorübergehend ausgekuppelt werden. Auf Skalen wird jede Bewegung genau angezeigt, sodaß man die Lage des Bildwerfers in der Regieanweisung genau festlegen kann.

Die Linsen- und Objektivträger des optischen Teiles auf der eigentlichen Bildbühne sind aus Leichtmetall gefertigt und auf starken, gezogenen Halterohren geführt, die ihrerseits fest mit dem Lampengehäuse verbunden sind; diese Anordnung schließt auch bei versehentlicher Berührung der Einrichtung jede schädliche Bewegung aus. Die Bildbühne ist so ausgebildet, daß sie eine genaue Einstellung aller optischen Teile zur optischen Achse gewährleistet.

Durch Trennung der optischen Elemente wird ein natürlicher Luftdurchzug geschaffen, der bei Verwendung von Glühlicht-Projektionslampen und Projektionsbogenlampen bis rd. 80 A eine zusätzliche, künstliche Kühlung überflüssig macht. Das Objektiv selbst ist ein Anastigmat 1 : 3,1, das Diapositive bis zu 13 × 18 cm noch einwandfrei und randscharf auszeichnet. Der Bildhalter kann unabhängig von der optischen Achse in gewissen Grenzen um diese gedreht werden; dadurch können zwei oder mehrere Einzelbilder ohne Schwierigkeit zu einem Gesamtbild vereinigt werden.

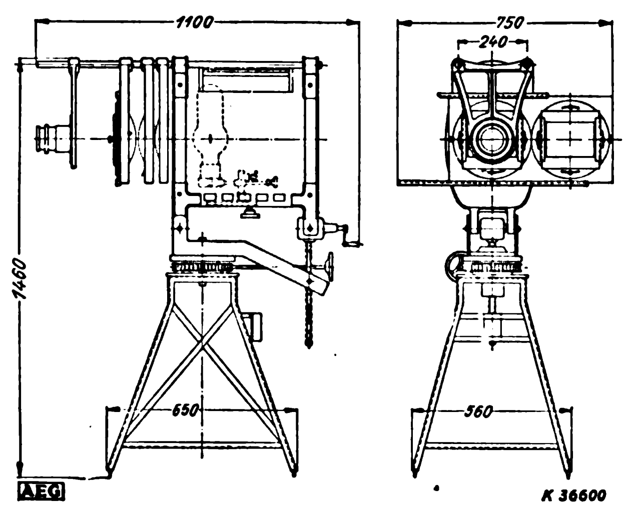


Abb. 2. AEG-Bildwerfer, Schnitt.

Auf Wunsch werden zwei Zusatzgeräte geliefert: ein kardanisch aufgehängter Spiegel, der Projektionen gestattet, die bis 90° von der Lichtachse abweichen, sowie eine Verzerrungsoptik, die ein Verzerren des Bildes in Höhe, Breite und Schräge ermöglicht.

Die ganze Einrichtung ruht auf einem starken, eisernen Stativ, das ohne Schwierigkeit innerhalb der Beleuchtungsbrücke unterzubringen ist.

Die folgenden Zahlentafeln geben die erreichten Bildgrößen aus den verschiedenen Entfernungen an:

Abstand in m	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Bei Diagröße 13 × 18 cm	2,65 × 3,80	4,00 × 5,70	5,30 × 7,50	6,70 × 9,4	8,00 × 11,4	9,4 × 13,1	10,6 × 15,0	12,0 × 17,0	13,4 × 18,8
Bei Diagröße 16 × 16 cm	3,5 × 3,5	5,3 × 5,3	7,0 × 7,0	8,9 × 8,9	10,6 × 10,6	12,4 × 12,4	14,0 × 14,0	16,0 × 16,0	17 8 × 17,8

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

Die Stellungsuchenden weisen wir darauf hin, daß es zweckmäßig ist, den Bewerbungen auf Chiffre-Anzeigen keine Originalzeugnisse beizufügen. Zeugnisabschriften, Lichtbilder usw. müssen Namen u. Anschrift des Bewerbers tragen.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT



Fotoelektrische Schnellzähleinrichtung

Mitteilung der AEG

Fotoelektrische Steuergeräte haben sich bereits in Einrichtungen zum Zählen, insbesondere bewegter Gegenstände, bei denen eine mechanische Abtastung aus bestimmten Gründen nicht zulässig ist, bewährt. So liefert das AEG-Kleinlichtrelais[1]) als einfaches und billiges Zählwerk immer dann einwandfreie, befriedigende Ergebnisse, wenn die Zahl der zu zählenden Gegenstände fünf je Sekunde nicht überschreitet.

Abb. 1. Lichtelektrisches Steuergerät für Schnellzähleinrichtungen.

Das lichtelektrische Steuergerät für Schnellzähleinrichtungen (Abb. 1) hat als Schaltorgan ein Verstärkerrohr, dessen Anodenstrom den Belichtungsänderungen trägheitsfrei folgt. Da die Fotozelle ebenfalls trägheitsfrei arbeitet, können mit dieser Anordnung auch solche Vorgänge erfaßt werden, deren geringe Zeitdauer zur Beschleunigung von Kontakten oder Hebelmassen nicht ausreichen würde. In Verbindung mit dem mechanischen Schnellzählrelais (Abb. 2) nimmt es bis zu 20 Zählungen je Sekunde vor, wobei eine kürzeste Belichtungs- oder Verdunkelungszeit von $^1/_{80}$ s nicht unterschritten werden darf[2]).

Das Steuergerät besteht aus dem Netzanschlußteil, dem Kreis mit der gasgefüllten Cäsium-Fotozelle[3]) und dem Verstärkerkreis (Abb. 3). Zur Gleichrichtung des Wechselstroms ist ein Doppelweggleichrichter vorgesehen. Eine Gleichrichtung ist erforderlich, da die Zählgeschwindigkeit bis in die Größenordnung der einzelnen Halbwellen eines 50 periodigen Wechselstroms heranreichen würde. Nach der Arbeitstromschaltung (Abb. 3) steigt der Anodenstrom der Verstärkerröhre mit wachsender Fotozellenbelichtung. Die Ruhestromschaltung, nach der sich der Anodenstrom umgekehrt wie die Belichtung ändert, erhält man durch Vertauschen von Fotozelle und Ankopplungswiderstand.

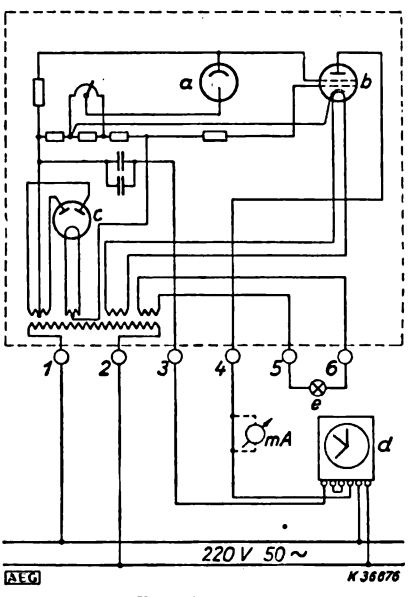
Abb. 2. Mechanisches Schnellzählrelais.

Zur Verstärkung des Fotozellenstromes dient ein neues Schirmgitterrohr, das neben einer großen Ausgangsleistung einen hohen inneren Widerstand hat und somit als ideale Röhre zur Aussteuerung hochohmiger Verbraucher anzusprechen ist.

1) s. AEG-Druckschrift Rs/V 1229.
2) Durch ein einfaches Röhrenzusatzgerät (ein- oder zweistufig) ist es möglich, Zählgeschwindigkeiten bis zu 40 bzw. 80 je Sekunde einwandfrei zu erfassen; hierbei können die Belichtungsimpulse bis zu 10^{-5} s herab betragen.
3) s. AEG-Druckschrift Rs/V 3.

Das Gerät ist in einem Gußgehäuse staubdicht gekapselt und zum Schutz gegen Streulicht mit einem Schutzrohr versehen. Der gewünschte Arbeitsbereich kann über ein von außen einstellbares Potentiometer eingestellt werden. Ein im Steuergerät eingebauter Hilfsumspanner liefert die Heizleistung für die getrennt anzuordnende Lichtquelle.

Die hohe Zählgeschwindigkeit des mechanischen Schnellzählrelais wird durch Anwendung einer neuen Bauart erreicht. Die Zeigerachse des Zählrelais steht dauernd unter der Wirkung einer Wendelfeder, die von einem an der Netzspannung liegenden Asynchronmotor mit Kurzschlußläufer gespeist wird. Die Ankerhemmung ist als Gleichstrom-Magnetankerausgebildet. Bei jedesmaligem Anziehen des Ankers bewegt sich der große Zeiger jeweils um einen Teilstrich weiter. Insgesamt dienen drei verschiedenfarbige Zeiger zur Ablesung. Der große schwarze Zeiger zeigt die Einer und Zehner, ein grüner die Hunderter und Tausender und ein roter Zeiger die Zehntausender und Hunderttausender. — Die wichtigsten technischen Werte der fotoelektrischen Schnellzähleinrichtung sind:



a = Fotozelle
b = Schirmgitterröhre
c = Gleichrichterröhre
d = Schnellzählrelais
e = Lichtquelle

Abb. 3. Schaltung des Schnellzählrelais.

	Fotoelektrisches Steuergerät	Mechanisches Schnellzählrelais	Lichtquelle
Nennspannung V	220	110/220 od. 380	6
Frequenz Hz	50	50	—
Leistungsaufnahme W	etwa 20	etwa 20	15
Abmessungen mm	etwa 230 × 300 × 220[1])	etwa 140 × 120 × 125	—
Nettogewicht kg	etwa 12	etwa 3	etwa 0,95
Mindesthelligkeit für die Fotozelle Lx	120	—	—
Ausgangsleistung der Schirmgitterröhre W	2 . . . 3[2])	—	—

1) ohne Schutzrohr.
2) bei einem inneren Widerstand von 70 000 Ω.



Stellengesuche

Fertigungsfachmann Schalt- u. Steuergeräte, erste Kraft, 33, energisch, zuverlässig, wünscht größer. Wirkungskreis. Ang. unter E. 6089 an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Junger Elektro-Ing. und Meister sucht Anfangsstellg. als **Betriebsassistent** zur Unterstützung d. Betriebsleiters in Zucker-, Papier- oder ähnlichen Fabriken. Angebote unter E. 6109 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Tüchtiger Kaufmann

29 Jahre, ledig, in ungekündigter Stellung als

1. Revisor eines Überlandwerkes

tätig, **sucht** auf dem Gebiete der Stromversorgung verantwortungsvollen entwicklungsfähigen Wirkungskreis der überdurchschnittliche Leistungen erfordert.

Neben guten theoretischen Kenntnissen wurden in jahrelanger Tätigkeit als Hauptkassierer, Abteilungsleiter, Bezirksleiter in großen Überlandwerken reiche prakt. Erfahrungen in Bilanz-, Steuer- u. Rechtsfragen, Verwaltung, Verkauf, Lagerwesen u. Werbung erworben.

Organisationstalent, eine gute Auffassungsgabe und zielsicheres selbständiges Arbeiten sichern eine schnelle Einarbeitung.

Erste Referenzen und beste Zeugnisse vorhanden.

Ang. unt. **E. 6091** an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Akademisch gebildeter, jüngerer

Elektroingenieur

Arier, repräsentative u. selbständige Persönlichkeit, **sucht** geeigneten Wirkungskreis. Umfangreiche Erfahrungen in Projektierung, Montage und Betrieb, außerdem Spezialkenntnisse in der Ausführung komplizierter automatischer Schaltungen u. Anlagen. Ang. u. E. 6113 an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Ingenieur und Meister (26 Jahre)

Technik. Ilmenau, Thür. — sucht Anfangsstellg. als Betriebsassist. zur Unterstützung des Betriebsleiters in Elektrizitäts-, Wasser- und Gaswerken. Habe als Jung.-Ing. in den Elektrizitätswerken Breslau gearb., u. zwar im techn. Betriebsbüro, in der Werbeabt. sowie im Kabelnetz. Ang. u. E. 6108 a. d. Anz.-Abt. der ETZ.

Elektro-Ingenieur

33 J., Arier, Absolv. d. H.T.L. München, Examen: sehr gut, gute theoret. u. prakt. Kenntn., ist gelernt. Elektrik. u. Ankerwickler, 5 J. handwerkl. Tätigkeit in Montage elektr. Starkstromanlagen u. 4 J. in Werkstatt u. Betrieb, gute Zeugnisse, seit 6 1/2 J. Lehrer für allgemeine Elektrotechnik, elektrotechn. Labor. (meßtechn. u. maschinentechn.) u. elektromechanische Konstruktionen an einem brasilian. Technikum, spricht perfekt portugiesich, etwas spanisch u. engl., z. Z. in Deutschland, **sucht** passend. Wirkungskreis. Ang. unter E. 6118 an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Dipl.-Ing. f. elektr. Maschinenbau, TH Berlin, 28 J., 1 J. als Proj.-Ing. in Elek.-Großfirma, sucht Stellg. als Betriebsassist. oder Prüffeld-Ing. Z. Z. in ungek. Stllg. Führersch. 1 u. 3 f. Kftfz. Ang. u. E. 6110 an ETZ, Bln.

Junger Dipl.-Ing. (Starkstrom) mit sehr gut. Zeugn. perfekt ungarisch, tschechisch, **sucht** n. Beendigung d. freiwillig. Wehrmachtsdienstes (12. 10. 35) eine Anfangsstelle mit Entwicklungsmöglichkeit. Ang. u. E. 6103 an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Stellenangebote

Bei den

Deutschen Elektrizitätswerken zu Aachen

Garbe, Lahmeyer & Co. A.G., Aachen

ist die Stelle des

technischen Vorstandsmitgliedes

neu zu besetzen.

Persönlichkeiten mit Ausbildung und Erfahrungen im allgemeinen Maschinenbau sowie längerer praktischer Tätigkeit wollen Bewerbungen mit Lebenslauf unter Aufgabe von Referenzen an den **Vorsitzenden des Aufsichtsrats, Bankdirektor Dr. jur. H. Simon, Aachen, Kapuzinergraben 12-14,** richten. [6071]

Diplom-Ingenieur

in der Fachrichtung Elektrotechnik gesucht.

Der Bewerber muß langjährige praktische Erfahrungen, auch möglichst Borderfahrungen, besitzen. Bezahlung erfolgt nach der Vergütungsgruppe X des R.A.T. Der ausführlichen Bewerbung sind Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild beizufügen. Bei der Einstellung ist der Nachweis der arischen Abstammung zu führen.

Marineabnahme Berlin W 9
Potsdamer Straße 10-11
(6097)

Fabrikationsplanung

Technischer Beamter, der auf diesem Gebiet über große Erfahrungen, besonders beim

Bau von Radioempfangsgeräten

verfügt, von Großfirma zum baldigen Antritt gesucht.

Bewerbungen mit Lichtbild, Gehaltsansprüchen und Angabe des frühesten Eintrittstermins unter **E. 6101** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Junger Dipl.-Ing. oder Techniker

für die Werbe-Abteilung eines Überlandwerkes und für die Bearbeitung von Tarifen zu **sofort gesucht.** Handschriftliche Bewerbungen mit Lebenslauf und Gehaltsanforderungen unter **E. 6105** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Kabelwerk

sucht einen

Diplom-Ingenieur

für das

Schwachstrom-Prüffeld

Bewerber muß in ähnlicher Stellung bereits gearbeitet haben und insbesondere vertraut sein mit dem Prüfen von Fernkabeln. Offerten unter **E. 6111** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Fortsetzung auf Seite 16



Motorschutzschalter für 0,5 ... 1000 A

Mitteilung der AEG.

Entsprechend den Anforderungen der Praxis hat die AEG Motorschutzschalter*) für jeden Verwendungszweck geschaffen, z. B. hand- und fernbetätigte Luft- und Ölschalter in verschiedenen Ausführungen und Kapselungen.

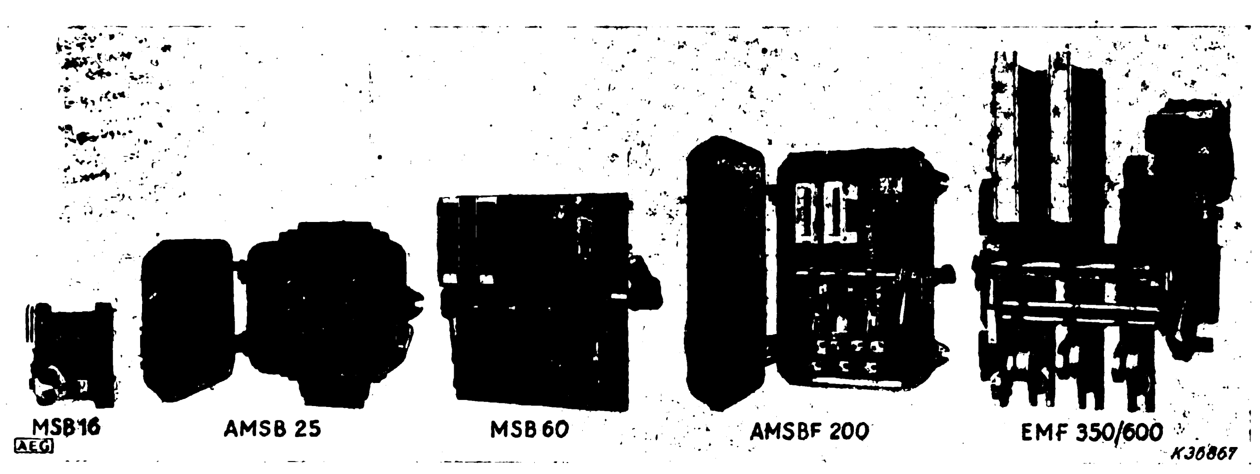


Abb. 1. Hand- und fernbetätigte Luft-Motorschutzschalter in offenen und gußgekapselten Ausführungen.

Alle Formen haben kräftige Bauart, hochwertige Kontakte, allpolige Abschaltung, gute Anschlußmöglichkeit und zuverlässig arbeitende Wärme-(Bimetall-)Auslöser. Z. T. sind sie auch mit elektromagnetischen Schnellauslösern, Unterspannungs- und Fehlerspannungsauslösern (RWE-Heinisch-Riedl), Strommesser, Hilfskontakten usw. ausgerüstet.



Abb. 2. Motorschutz-Ölfernschalter in gußgekapselten Ausführungen.

Abb. 1 zeigt einige Luftschalter und zwar: Klein-Motorschutzschalter MSB für 0,5 ... 16 A (Isolierkappe und zwei Funkenkammern abgenommen); AMSB für 25 A (Funkenkammer herausgenommen), gußgekapselt; MSB offen für 60 A (eine Funkenkammer abgenommen) mit Unterspannungs- und Fehlerspannungsauslöser; AMSBF gußgekapselt, fernbetätigt, für 200 A; EMF fernbetätigt, für 350/600 A mit Silberdruckkontakten.

Abb. 2 zeigt eine Reihe unverklinkter, fernbetätigter Motorschutz-Ölschalter für 0,5 ... 16, 25, 60 und 125 A sowie einen Stern-Dreieck-Ölfernschalter MSBO/SD für 50 A. Diese Schalter haben eingebaute Betätigungsdruckknöpfe und Schaltstellungsanzeiger.

Während die in Abb. 1 und 2 dargestellten Schalter als offene Geräte bzw. mit Isolierstoff- oder Stahlblech-Abdeckhaube oder in Gußgehäuse ausgeführt waren, sind auch Motorschutzschalter in Isoliergehäuse (Abb. 3) oder Stahlblechgehäuse (Abb. 4) sowie in schlagwettergeschützter Ausführung lieferbar.

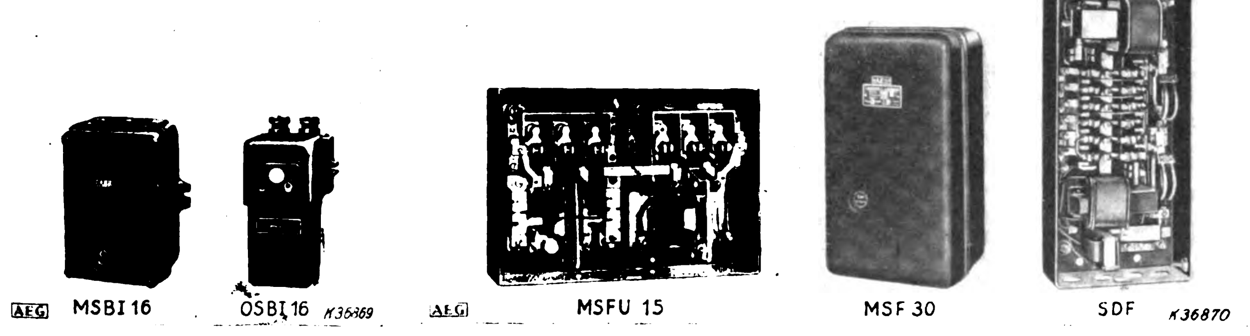


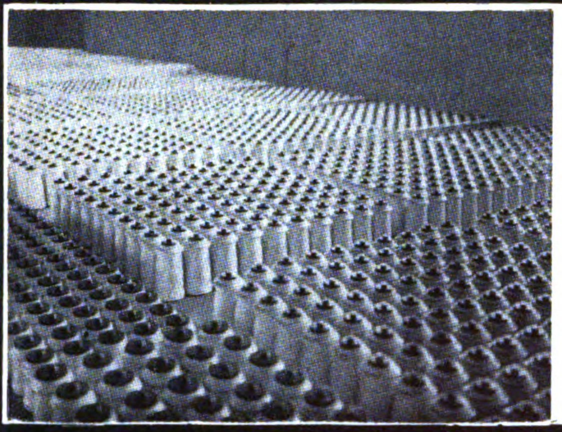
Abb. 3. Schutzschalter in Isoliergehäuse.

Abb. 4. Motor-Sicherheits-Fern-Umkehrschalter, -Fernschalter und Stern-Dreieck-Fernschalter in Stahlblechgehäuse.



*) s. AEG-Druckschrift Sa/V 40.





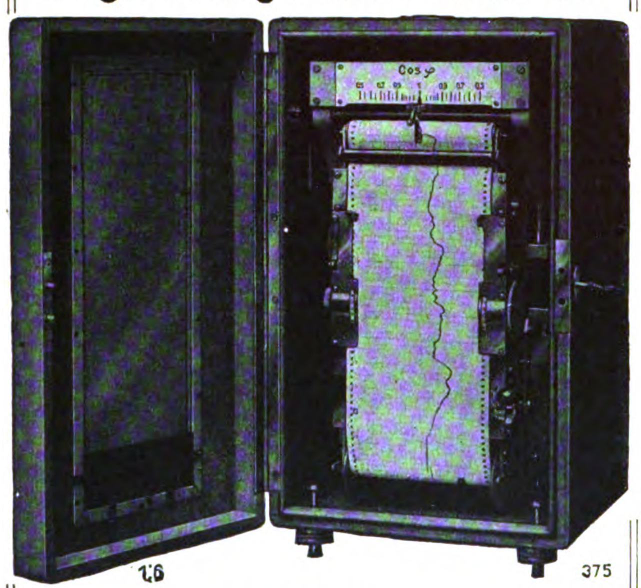
Kittlose Stützer



Niedrige Bauhöhe
Solide Konstruktion
Hohe Umbruchfestigkeit

BRECHTEL & HARTMANN • BERLIN
Fabrik für Hoch- und Niederspannungs-Apparate, GmbH

Tragbare Registrier-Instrumente

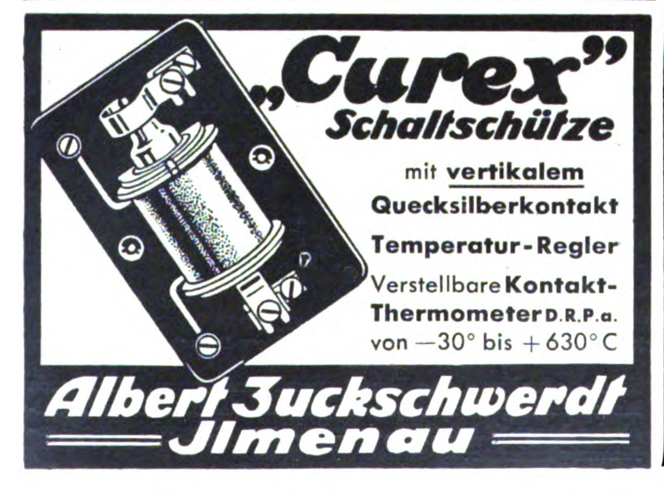


Einfach-, Zweifach- oder Dreifach-Schreiber

zur Registrierung des Stromes, der Spannung, der Wirk- oder Blindleistung, des Leistungsfaktors oder der Frequenz auf vollkommen ebener Schreibfläche mit Tinten- oder Trocken-Schreibeinrichtung (DRP ang.)

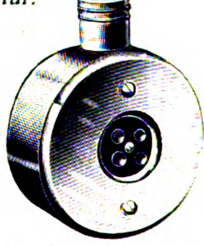
Metrawatt Aktiengesellschaft **Nürnberg O/81**
Fabrik elektrischer Meßgeräte





Wir fabrizieren als Spezialität:

Schutzvorrichtungen
f. Telef.- u. Telegrafenleitung.
Spannungsableiter
Luftleerpatronen
Kabelverteiler
Telefonsteckdosen
v. 4 bis zu 22 Leitungen mit od. ohne Trennkontakte



Metallwarenfabrik Karl Schieder
Nürnberg-S, Markgrafenstraße 9

Elektrische Temperaturüberwachung in Silo-Anlagen

Mitteilung der AEG.

Die Nahrungsmittelversorgung eines Volkes ist eine Aufgabe, deren Tragweite die verantwortlichen Stellen aller Staaten erkannt haben. Größere Handelsplätze und Industriestädte werden daher mit großzügigen Speicheranlagen für Getreide, Hülsenfrüchte usw. ausgerüstet, um eine gleichmäßige und zuverlässige Zuführung dieser lebenswichtigen Nahrungsmittel an die Verbraucher sicherzustellen.

Die Speicherung von Nahrungsmitteln ist jedoch nur dann möglich, wenn die Güte der Ware und ihre Eignung für den menschlichen Genuß erhalten bleibt. Eine dauernde Beobachtung ist daher unerläßlich. Vor allen Dingen stellt die zeitweise oder dauernde Überwachung der Temperatur einen wichtigen Teil der Wartung dar, da die Temperatur wertvolle Rückschlüsse auf die Beschaffenheit des gelagerten Gutes zuläßt.

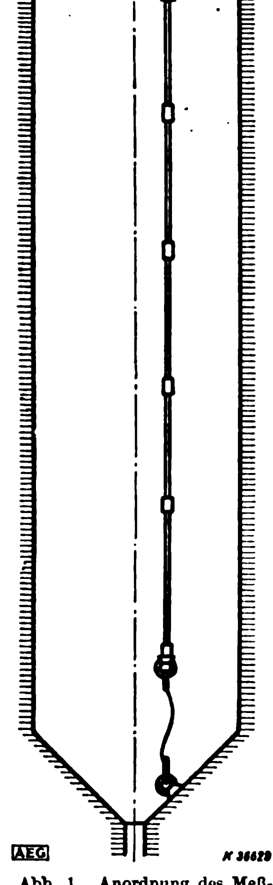


Abb. 1. Anordnung des Meßpendels in einem Getreidesilo.

Die elektrische Temperaturüberwachung mit Hilfe von Widerstands-Thermometern stellt für Silo-Anlagen das bestgeeignete Meßverfahren dar, da die einzelnen Thermometer in dem Lagerraum fest eingebaut und an einer gemeinsamen Station abgelesen werden können.

Der Einbau der Widerstands-Thermometer in Silozellen erfordert einige Sorgfalt. Besondere Einbauten, wie seitliche Träger, ausladende Baugerüste irgendwelcher Art müssen unbedingt vermieden werden, da sich das von oben einfallende Lagergut an ihnen vielfach zerschlägt und in der Güte beeinträchtigt wird. Dies ist ganz besonders der Fall, wenn Exhaustoren usw. als Zubringergeräte tätig sind und dem Gute noch eine zusätzliche Fördergeschwindigkeit erteilen. Außerdem muß die Einbauform so gewählt werden, daß keine Rückstände alten Lagergutes haften bleiben können, die bei der Beschickung des Silos mit neuer Ware als Störungsherde auftreten. Weiterhin hat es sich in der Praxis als zweckmäßig erwiesen, stets eine der Meßstellen etwa 1,5 ... 2 m oberhalb des Silo-Auslaufes, die weiteren in entsprechenden Höhenabständen anzubringen, so daß alle Störungsherde sowohl am Silo-Auslauf als auch in den oberen Lagerschichten rasch und zuverlässig erkannt werden können.

Als zweckmäßige Einbauart für die Widerstands-Thermometer hat sich das AEG-Stahlrohrpendel erwiesen (Bild 1), das hohen mechanischen Beanspruchungen gewachsen ist. Das freibeweglich aufgehängte, außen vollkommen glatte Stahlrohrpendel bietet die geringsten Angriffsmöglichkeiten und hat bei kleinen Silos den weiteren Vorteil, daß es keiner anderen Verankerung bedarf, da es sich selbst immer senkrecht einstellt. Neben seiner großen Widerstandsfähigkeit hat das Stahlrohrpendel noch einen weiteren Vorzug. Es gestattet, die Meßwiderstände in das Pendelinnere zu verlegen, wobei auch die Anschlußklemmen, Verbindungskabel usw. im Pendelinneren geschützt geführt werden und von außen unangreifbar sind.

Das Stahlrohrpendel besteht des leichteren Transportes wegen aus einzelnen 3 m langen Teilen. Bei dem Zusammenbau an Ort und Stelle wird nach außen vollkommene Abdichtung erreicht. Für Silo-Anlagen über 12 m Höhe hat das untere Pendelende einen Ring; in diesen kann ein Spannseil gehängt werden, das das Pendel an seinem unteren Ende in der Bewegung beschränkt (Bild 2).

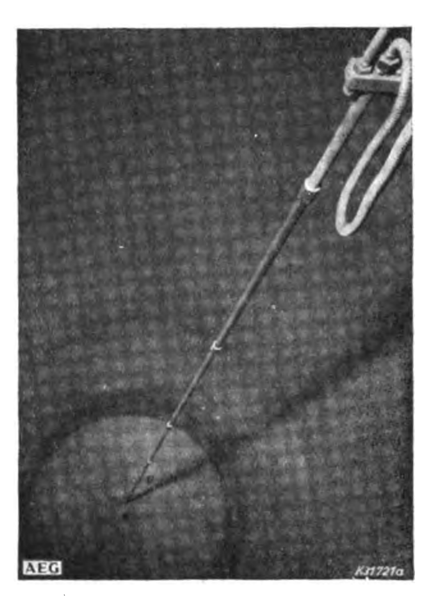


Abb. 2. Meßpendel im Getreidesilo.

Die Ablesung der vielen Meßstellen kann durch besonders zweckmäßig gebaute Zentral-Ablesestationen mit Drehschalter und großem Profil-Anzeigegerät erfolgen. Diese gekapselten Stationen erfordern keinerlei Schalttafel und können ohne weiteres an eine Wand angebaut werden. Lediglich für mehrere solcher Stationen kann zur besseren Anordnung ein besonderes Schaltfeld vorgesehen werden, obwohl es auch hier nicht unbedingt erforderlich ist. Die Zentral-Ablesestationen werden trotz der geringen Gesamtabmessungen mit bis zu 20 Meßstellen je Station geliefert, so daß jede gewünschte Gruppenunterteilung erreicht werden kann.

Für empfindliche Lagergüter oder besonders gefährdete Stellen eines Silos empfiehlt sich eine laufende Überwachung der Temperatur mit Mehrfarben-Punktschreibern. Bild 3 zeigt als Beispiel die Temperatur-Überwachungsstation einer größeren Silo-Anlage, die aus 2 Zentral-Ablesestationen und 4 Dreifarben-Punktschreibern besteht.

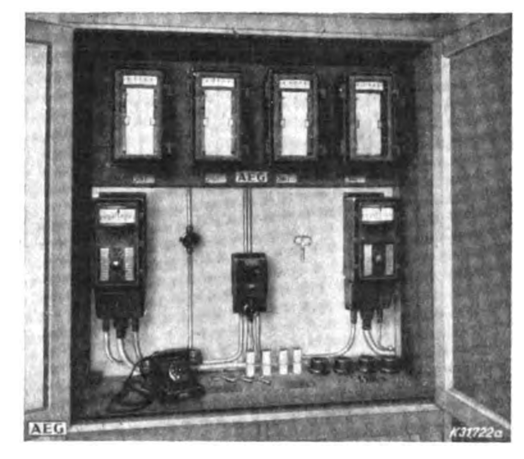


Abb. 3. Ableseschrank einer größeren Silo-Anlage.



Gestern vormittag verschied nach langem schwerem Leiden der seit dem Jahre 1931 im Ruhestand lebende Oberingenieur und Fabrikdirektor

Herr **Carl Khern**

im Alter von 63 Jahren.
Der Verstorbene trat im Jahre 1898 bei uns ein und hat unserem hiesigen Werke an verantwortlicher Stelle hervorragende Dienste geleistet.
Wir betrauern den Heimgang des Herrn Khern, dessen aufrichtiger Charakter und tatkräftige Mitarbeit ihm die Achtung und Beliebtheit bei Vorgesetzten und Untergebenen sicherten. [6160]
Wir werden ihm ein treues Gedenken bewahren.

Direktion der I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft

Leverkusen-I.-G.-Werk, den 14. Oktober 1935

Stellengesuche

Elektro-Dipl.-Ing., Anf. 30, ldg., ar., mit gründlicher praktischer Ausbildung in Elektromasch.- u. Apparatebau, mit besonderen Kenntnissen und Fähigkeiten für Entwicklungsarbeiten der Isoliertechnik, Spezialgerätebau und Fernwerkanlagen; außerdem auch Erfahrung im Patentwesen u. im Verkehr mit Kundsch., Behörden u. Verbänden, z. Z. in ungekünd. Stellung in Großfirma, sucht wirklich ausbaufähigen Posten. Angeb. erb. u. **E. 6155** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Ingenieur-Kaufmann, Dipl.-Ing. der Hochfrequenztechnik, langj. Leiter einer Vertriebsorgan., in ungek.Stellg., Arier, 31J., groß. repräs. u. absolut selbständig arbeit. Persönlichkeit, sucht größ. Wirkungskreis als Prok. od. techn. Direkt. Beste Zeugn. v. Weltfirmen vorh. Ang. erb. u. **E. 6166** a. d. Anz.-Abt. der ETZ.

Elektroingenieur

34 Jahre, repr., mit umfassendem Wissen im Bau von Dreh- und Gleichstrommotoren, elektr. Lokomotiven, Wasserkraftanlagen u. Turbogeneratoren bis zu den größt. Leistungen, **sucht sich** nach 10jähr.Tätigkeit bei erst.Firm. in EW, Prüffeld, Kraftbetr. oder in maßgeb. Stelle des Konstruktionsbüros **zu verändern.** Gefl. Ang. unter **E. 6162** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Jung., strebs. **Physiker**
Dr. phil., mit best. Exam.,gut. allgem. u. Spezialk. in Elektr. Leitung, Temperaturstrahlg., el. Schwing. u. Wellen, sucht Anfangsstellg. Ang. u. **E. 6164** a.d.Anz.-Abt. d. ETZ, Bln.W 9.

Zählereicher 30 Jhr., gelernt.
Mech., m. langj. Erf. i. Rep. u. Eich. v. Glch.-, Wechs.-u. Drehstromzähl. (Maxim., Hochsp., Blindvbr.) s. Schaltuhr. a. Art, **s. Dauerstllg.** Off. u. **E. 6157** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Werkmeister 27 Jhr., ledig,
Fachmann auf allen Zweigen der El. Motorenreparatur, sowie Trafo-Reparat, inkl. Prüffeldarbeit, sowie Kenntnisse im Akkordwesen, in ungekündigt. Stellung, sucht neuen Wirkungskreis. Angebote unter **E. 6165** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Dipl.-Ing. d. Elektrotechnik, T.H. Darmstadt, mehrjähr. Erfahrung. in Elektrogroßfirma u. öffentl. Betrieb., im In- u. Ausland, Sprachkenntn. — Projekt., Vertrieb u. Werbung von Industrieanlagen, Schaltgerät. f. Nieder- u. Hochspannung, Steuerungen, Wirtschaftlichkeitsuntersuch. v. öffentl. Betrieb. — Z. Z. in ungekd. Stellg. bei Großfirma, sucht sich zu veränd. in Kraftwerksbetr., Überwachungsverein, städt. Betr., Straßenbahn, elektr. Fernbahn, Behörde, dahierfür bes. Neigung u. Eignung. Geh. nach Vereinbarung. Gute Refer. N.S.D.A.P. schon vor 30. I. 33. Ang. u. **E. 5988** a. d. A.-A. d. ETZ.

ETZ-ANZEIGEN
verbürgen den
größten Erfolg

Stellenangebote

Dipl.-Ing. für Elektromaschinenbau
mit Werkstattpraxis als Betriebsleiter für Reparaturwerk zum baldigen Eintritt gesucht.
Bewerbungen mit Lichtbild und Gehaltsansprüchen unter Chiffre **E. 6156** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W9.

Fernmelde-Revisoren
zur Überwachung von Reihen- und automatischen Fernsprechanlagen gesucht, die bereits nachweisbar mit Erfolg tätig gewesen sind. Zuschriften unter Beifügung von Zeugnisabschriften erbeten an **Siemens & Halske A.-G., Königsberg Pr., Mitteltragheim 39.** (6159)

Tüchtiger, selbständiger
Meßtechniker
zur Prüfung von Isolationsmaterialien gesucht. Angebote mit Zeugnisabschriften erbeten unter **E. 6167** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

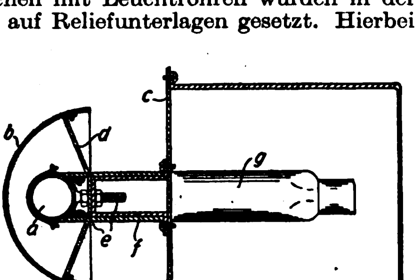
Zur Unterstützung des Labor.-Vorstehers sucht größeres Werk der Elektro-Industrie
Physiko-Chemiker
mit abgeschlossener Hochschulbildung (Univers. od. Techn. Hochsch.). Herren im Alter v. etwa 35 Jahren wollen sich mit handgeschrieb. Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Gehaltsansprüchen bewerben unter **E. 6130** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Lichtreklamezeichen.

Mitteilung der AEG

Zu den wichtigsten neuzeitlichen Werbemitteln gehört die Lichtreklame, die sich, vor allem in großen Städten, ein immer weiteres Feld erobert; innerhalb der Werbung durch Licht ist es wiederum die Leuchtröhre, die durch ihre hervorragenden Eigenschaften besonders vielseitige Anwendungsmöglichkeiten verdrängt.

Bei der bisher üblichen Ausführung von Schrift- und Bildzeichen mit Leuchtröhren wurden in der Regel die Röhren auf Reliefunterlagen gesetzt. Hierbei bilden die



a = Leuchtröhre,
b = Reflektor,
c = Leuchtfläche,
d = Tragbügel,
e = Röhrenhalter,
f = Systemträger,
g = Steckelektroden.

Abb. 1. Anordnung eines Reflektors auf dem Schriftkörper.

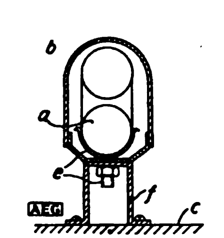
Erklärung s. Abb. 1.

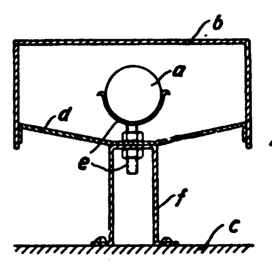
Abb. 2. Reflektor mit Leuchtröhre, teils auf Mauerwerk (oberer Teil), teils auf Schildplatte (unterer Teil) angeordnet.

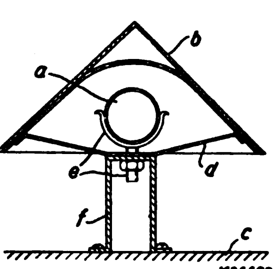
Leuchtröhren stets den sichtbaren Hauptbestandteil der Anlage; sie treten in der gewählten Farbe scharf abgegrenzt hervor.

Um ein weicheres, für das Auge angenehmeres Bild zu erhalten, hat die AEG eine neue Anordnung der Leuchtröhrenbuchstaben entwickelt, wie sie gelegentlich schon mit Glühlampen angewandt wurde: die Unterbringung der Röhren unter einem Reflektor. Die auf einer hellen Fläche nackt befestigten Röhren werden auf der Vorderseite durch den Reflektor abgedeckt, der das Licht nach rückwärts auf die genannte Fläche wirft (Abb. 1). Man sieht jetzt anstelle der leuchtenden Röhre eine leuchtende Fläche, auf der das körperliche Schriftzeichen als Silhouette erscheint. Voraussetzung ist natürlich, daß für den Aufbau der Schrift eine ebene Fläche, z. B. Putz-, Stein- oder Glasfläche oder irgendeine Schildplatte aus anderen Werkstoffen gewählt wird. Abb. 2 zeigt die Anordnung einer Leuchtröhre teils auf Mauerwerk (oben), teils auf Schildplatte (unten).

Der Reflektor b (Abb. 1 ... 4), der aus Eisen-, Zink- oder Aluminiumblech gefertigt wird, bedeutet zugleich einen wirksamen Schutz gegen mechanische Beschädigungen der Röhre a. Er wird zweckmäßig von einem oder mehreren Bügeln d getragen, die ihrerseits gemeinschaftlich mit dem Röhrenhalter e an dem U-förmigen Systemträger f befestigt sind. Der Systemträger f ist fest mit der Leuchtfläche c verbunden. Die

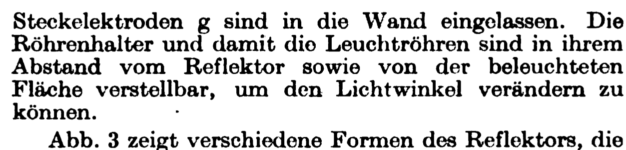






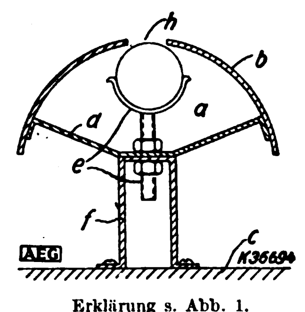
Erklärung s. Abb. 1.

Abb. 3. Verschiedene Ausführungen der Reflektoren.



Steckelektroden g sind in die Wand eingelassen. Die Röhrenhalter und damit die Leuchtröhren sind in ihrem Abstand vom Reflektor sowie von der beleuchteten Fläche verstellbar, um den Lichtwinkel verändern zu können.

Abb. 3 zeigt verschiedene Formen des Reflektors, die in der Lichtwirkung Unterschiede ergeben. Eine be-



Erklärung s. Abb. 1.

Abb. 4. Leuchtröhre mit geschlitztem Reflektor.

sondere Wirkung hat der geschlitzte Reflektor nach Abb. 4, der direktes und indirektes Licht zugleich vermittelt.

Die obenbeschriebene neue Leuchtanordnung der AEG eignet sich besonders gut für Ausleuchtung von Schreib- und Frakturschrift; durch die jetzt mögliche einfache Röhrenführung wird gegenüber der bisher nötigen doppelten eine bedeutende Ersparnis erzielt. Im übrigen gelten auch sinngemäß die Grundsätze, die für direkt leuchtende Reklameschrift aufgestellt sind, wie das Ausdehnungsgesetz (Zeichenhöhe : Zeichenbreite = 5 : 3), Festsetzung der richtigen Helligkeit usw.



Hallenbeleuchtung

Mitteilung der AEG

Für die Beleuchtung großer Räume müssen erhebliche Leistungen aufgewendet werden, um eine den jeweiligen Ansprüchen genügende Helligkeit zu schaffen. Bei derartigen Anlagen kommt es ganz besonders darauf an, mit der höchsten Wirtschaftlichkeit zu arbeiten. Es ist beispielsweise für die Gesamtkosten eines Betriebes nicht unbedeutend, ob für die Beleuchtung eines Raumes bei gleicher Beleuchtungsstärke eine Belastung von nur etwa 32 kW oder von 60 kW vorhanden ist. Man hat daher in den letzten Jahren der Wirtschaftlichkeit von Beleuchtungsanlagen ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Die Bestrebungen gingen zunächst dahin, durch Wahl besserer Leuchten und Erhöhung der Lichtausbeute bei den Glühlampen den Gesamtwirkungsgrad der Anlage zu heben. Im Leuchtenbau sind beachtliche Fortschritte erzielt worden, jedoch ist der Steigerung der Lichtausbeute bei Glühlampen physikalisch eine Grenze gesetzt. Die Lichtausbeute kann im wesentlichen nur noch durch Erhöhung der Glühfadentemperatur verbessert werden. Dies ist wiederum nur durch Verwendung eines Werkstoffes möglich, der einen höheren Schmelzpunkt als das bisher für Glühfäden benutzte Wolfram hat. Ein geeigneter, diesen Ansprüchen genügender Stoff ist bis heute jedoch noch nicht bekannt.



Beleuchtung der Werkhalle im Karosseriewerk Daimler-Benz, Sindelfingen, mit Quecksilberdampflampen.

Die Entwicklung der elektrischen Lichtquellen mußte daher andere Wege einschlagen, um bessere Ergebnisse zu erzielen. Erfolgversprechend schienen schon seit Jahren die aus der Lichtreklame bekannten Gasentladungsröhren, die mit der Vervollkommnung hochbelastbarer Oxydelektroden (geringer Kathodenfall) zum Anschluß an Niederspannung (220 V Wechselstrom) unter Verwendung von Vorschaltdrosselspulen ausgebildet wurden. Gleichzeitig konnte die Lichtausbeute auf ein Mehrfaches der Glühlampe gesteigert werden. Damit gewinnen diese neuen Lichtquellen, die Natriumdampflampe und vor allem die Quecksilberdampflampe, besondere Bedeutung für die Beleuchtung großer Betriebsräume. Der Aufbau und die Wirkungsweise sind aus früheren Veröffentlichungen bereits zur Genüge bekannt. Bemerkenswert sind in diesem Zusammenhang hauptsächlich die Quecksilberdampflampen HgH 1000 mit 275 W und HgH 2000 mit 540 W Leistungsaufnahme, deren Lichtausbeute 36 bis 39 Lm/W beträgt. Gegenüber der Glühlampe mit etwa nur 20 Lm/W bedeuten diese Werte eine Stromersparnis von ungefähr 50%. In den Abmessungen und der Sockelung (E 40) sind die HgH-Lampen den Glühlampen gleicher Lichtleistung weitestgehend angeglichen. Somit können diese Lampen unter Vorschaltung einer Drosselspule vielfach in den vorhandenen Glühlampenleuchten verwendet werden.

Für die Benutzung zur Hallenbeleuchtung in Industriebetrieben und dergleichen ist eigentlich nur die Lichtfarbe der HgH-Lampe besonders zu beachten. Bekanntlich enthält das Spektrum dieser Lichtquelle vorwiegend gelbe, grüne und blaue Strahlen, aber kein rotes Licht. Hierauf ist eine leichte Farbverzerrung zurückzuführen, die im allgemeinen nicht als störend empfunden wird. In allen Fällen dagegen, in denen die Farben nach ihrer Tageswirkung mehr oder weniger scharf erkannt werden müssen, ist dem Quecksilberdampflicht Glühlampenlicht beizumischen. Damit wird der Mangel an Rot ausgeglichen, d. h. die Farbverzerrung gemildert und bei dem Lichtstrom-Mischverhältnis 1 : 1 praktisch aufgehoben. Außerdem läßt sich durch Mischlicht die den Gasentladungsröhren eigene Flimmererscheinung (als trägheitslose Lichtquelle folgt auch die HgH-Lampe der Wechselstromfrequenz durch Lichtschwankungen), beseitigen, die für bestimmte Arbeitsvorgänge nachteilige Wirkungen ausüben kann. Die nachstehende Tafel gibt für die verschiedensten Mischverhältnisse die Lichtausbeute und ferner den Leistungsfaktor an. In bezug auf die Lichtausbeute ist erwähnenswert, daß selbst bei einem Mischverhältnis von 1 : 1, oder, anders ausgedrückt, bei 100% Glühlampen-Lichtstromanteil die Lichtausbeute etwa 25 ... 27 Lm/W beträgt. Dieser Wert liegt immer noch um 30% höher als bei reiner Glühlampenbeleuchtung und übertrifft Tageslichtglühlampen um das 2,5 ... 3fache. Damit ist auch das Mischlicht zweifellos wirtschaftlicher als jede andere tageslichtähnliche Beleuchtung.

Die in der Tafel für die gebräuchlichen Mischverhältnisse angegebenen Werte des Leistungsfaktors lassen erkennen, daß bei größer werdendem Glühlampenanteil (ohmsche Belastung) der $\cos\varphi$ der Anlage wesentlich verbessert wird. Daraus geht auch hervor, daß selbst in Anlagen mit reinem Quecksilberdampflicht der an sich niedrige Leistungsfaktor der Lampe von 0,48 ··· 0,56 den $\cos\varphi$ des Lichtstromnetzes kaum beeinflußt. Es ist neben der HgH-Lampenleistung immer noch eine wesentlich größere Leistung an Glühlampen angeschlossen, die den Leistungsfaktor des Netzes in den üblichen Grenzen hält.

Zugemischtes Glühlampenlicht W	Lampe HgH 1000 mit 275 W: Glühlampenlicht in % vom Quecksilberlicht	$\cos\varphi$ etwa	Lm/W	Lampe HgH 2000 mit 540 W: Glühlampenlicht in % vom Quecksilberlicht	$\cos\varphi$ etwa	Lm/W
0	—	0,48	36,5	—	0,56	39,0
100	14	0,60	30,3	—	—	—
150	23	0,65	28,9	11	0,65	33,8
200	32	0,69	27,8	16	0,67	32,8
300	53	0,76	26,6	26	0,72	31,3
500	100	0,84	25,2	50	0,79	29,3
750	—	—	—	76	0,84	28,2
1000	—	—	—	100	0,88	27,3

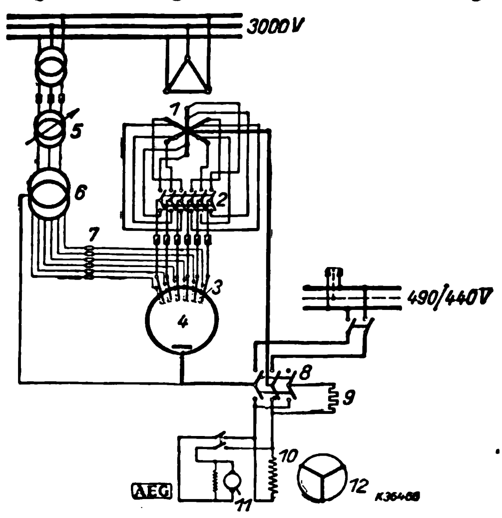
Fast alle bisher mit Quecksilberdampflampen ausgeführten Anlagen sind ohne Glühlampenzusatzlicht in Betrieb. Dies ist ein Beweis dafür, daß man in den meisten Fällen mit reinem Quecksilberdampflicht auskommt. Die Abbildung zeigt einen Ausschnitt der größten bisher in Deutschland ausgeführten Innenbeleuchtungsanlage dieser Art, für welche die AEG insgesamt 370 Leuchten und Lampen mit Zubehör geliefert hat. Es handelt sich um die Karosseriewerke von Daimler-Benz, Sindelfingen. Bemerkenswert ist die Verbesserung der Sehschärfe, was selbst aus dem Bild an der Klarheit von Einzelheiten ersichtlich ist.

Im Laufe des letzten Jahres sind die bereits bestehenden HgH-Anlagen bedeutend erweitert worden, und viele Betriebe haben in Erkennung der Vorteile dieser Lampen ebenfalls mit der Anwendung begonnen. Zweifellos wird sich die HgH-Lampe weiter durchsetzen und insbesondere auch für die Beleuchtung großer Hallen mehr und mehr Anwendung finden.

Gittergesteuerte Glasgleichrichteranlage für die Erregung eines großen Stromerzeugers.

Mitteilung der AEG.

Für das Großkraftwerk Erfurt wurde von der AEG im Jahre 1934 eine Glasgleichrichteranlage geliefert, die in bezug auf die gestellten Betriebsbedingungen



1 = Hauptumspanner, 2 = Sechspoliger Umschalter, 3 = Steuergitter, 4 = Gleichrichter, 5 = Drehregler, 6 = Gitterumspanner, 7 = Gitterwiderstände, 8 = Dreipoliger Umschalter, 9 = Widerstand, 10 = Erregerwicklung 190 ... 60 V, 11 = Erregermaschine, 12 = Turbogenerator.

Abb. 1. Schaltung der Gleichrichteranlage.

bemerkenswert ist. Die Anlage arbeitet außer auf ein normales Gleichstromnetz auch noch zeitweise auf die Erregung eines vorhandenen Stromerzeugers von 16 000 kVA Leistung.

Wie aus dem Schaltbild (Abb. 1) hervorgeht, ist der Gleichrichter am Hauptumspanner umschaltbar von Lichtbetrieb auf Erregerbetrieb. Der Gleichrichter hat eine Stromstärke von 350 A. Die Reglung der Spannung erfolgt in beiden Fällen durch Gittersteuerung mit Drehregler; dieser ist in eine vorhandene Schalttafel eingebaut und wird vorderseitig durch ein kleines Handrad betätigt. Bei Lichtbetrieb erfolgt eine Einstellung von 490 ... 440 V als Normalgrenze; die Spannung kann außerdem für das Netzhochfahren beliebig tief heruntergeregelt werden. Für die Verhältnisse in Erfurt genügt hierfür eine Spannungsabsenkung bis 240 V. Bei Erregerbetrieb ist dagegen eine Spannungsreglung von 190 ... 60 V erforderlich.

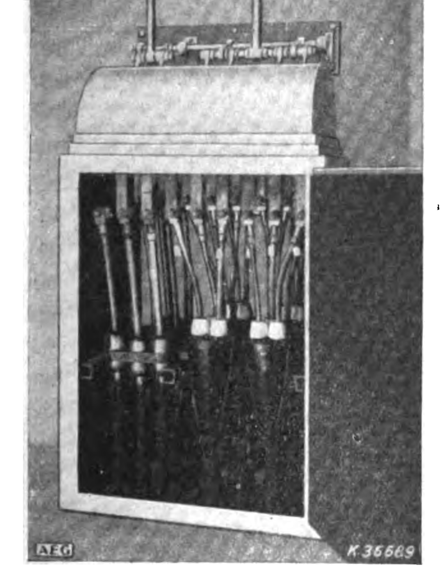


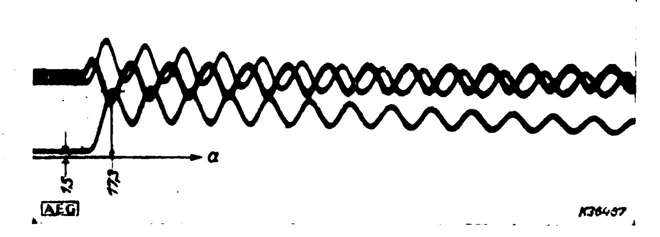
Abb. 2. Sechspoliger Umschalter und gleichstromseitiger Umschalter in gemeinsamem Kasten.

In beiden Fällen ist die Reglung bei allen Belastungen und Oberspannungsschwankungen von ± 2% einstellbar.

Die beiden Spannungsbereiche werden auf der Niederspannungsseite des Hauptumspanners durch einen getrennt aufgestellten sechspoligen Umschalter eingestellt; gleichstromseitig ist ein weiterer Umschalter vorgesehen. Beide Schalter sind in einem gemeinsamen Kasten (Abb. 2) untergebracht und können getrennt bedient werden.

Der Umspanner des Gleichrichters ist in Dreieck-Sechsphasenschaltung gebaut worden. Durch diese Schaltung entsteht ein verhältnismäßig hoher Spannungsabfall, der mit Rücksicht auf den Parallelbetrieb mit vorhandenen Umformern bei Netzbetrieb erforderlich war.

Der Betrieb des Gleichrichters als Erregerumformer im Erregerkreis eines großen Stromerzeugers stellt verschiedene Sonderforderungen. Bei primärem Kurzschluß des Turbogenerators fließt ein — Stoßkurzschlußstrom genannter — Ausgleichstrom im Ständer und im Induktorkreis (Abb. 3). Die Richtung dieses Stromes



a = Nullinie.

Abb. 3. Stoßkurzschlußstrom in der Ständer- (oben) und in der Erregerwicklung (unten) eines Stromerzeugers.

fällt mit der gewöhnlichen Richtung des Erregerstromes zusammen. Die Ventilwirkung des Gleichrichters verträgt sich also durchaus mit der Notwendigkeit, den Abbau des Stromerzeugerfeldes durch den Ausgleichstrom nicht zu unterbrechen. Die Größe des Ausgleichstromes im Läuferkreis würde dagegen zu einem augenblicklichen Abschmelzen der zum Schutze des Glaskörpers erforderlichen Anodensicherungen führen, wenn der Stoßkurzschlußstrom den 2 ... 3fachen Wert des Nennstromes erreichte. Die dadurch verursachte Unterbrechung des Kurzschlußkreises muß verhindert werden, weil der Stromerzeuger mit einer unzulässigen Erhöhung seiner Induktorspannung antworten würde.

Aus diesem Grund wurde parallel zum Erregerfeld ein Widerstand geschaltet, der die Aufgabe hat, der abklingenden Feldenergie auch beim Durchschlagen der Anodensicherungen eine Ausgleichmöglichkeit zu sichern. Seine Größe ist so bestimmt, daß der Ausgleich des Kurzschlußstromes unter zulässigen Spannungserhöhungen verläuft; für diese Spannungen sind Isolierung und Sicherungen des Gleichrichters bemessen worden. Die Aufnahmefähigkeit des Widerstandes ist so groß, daß er im Anschluß an eine dauernde Belastung, bedingt durch den ständigen Parallelbetrieb zum Feld, den im Erregerkreis abklingenden Teil der magnetischen Energie des Stromerzeugers aufzunehmen vermag. Die Zuschaltung dieses Widerstandes bei Erregerbetrieb erfolgt zwangsläufig durch den auf der Gleichstromseite vorgesehenen Umschalter, der aus diesem Grunde dreipolig ausgeführt wurde.

Die Gittersteuerungseinrichtung ist aus Sicherheitsgründen über einen kleinen Umspanner an das vorhandene Hochspannungsnetz besonders angeschlossen. Die Gitter arbeiten so genau, daß keine störenden Blindleistungspendelungen und Dämpferbeanspruchung auftreten.

Seit der Inbetriebsetzung im November 1934 hat die Anlage stets einwandfrei gearbeitet.

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

Die Stellungsuchenden weisen wir darauf hin, daß es zweckmäßig ist, den Bewerbungen auf Chiffre-Anzeigen keine Originalzeugnisse beizufügen. Zeugnisabschriften, Lichtbilder usw. müssen Namen u. Anschrift des Bewerbers tragen.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Stellengesuche

Stellenangebote

Fortsetzung auf Seite 16



Zusammensetzbare Hochspannungs-Schaltanlagen nach dem Durofixsystem mit Lichtbogenschutz.

Mitteilung der AEG.

Die seit vielen Jahren in Hochspannungs-Schaltanlagen angewandte Bauart nach dem Zellensystem entstand aus dem Grundsatz, daß Fehler und Betriebschäden, die an den Geräten eines Stromkreises entstehen, nicht auf gesunde Teile der Anlage übergreifen dürfen. Auch muß das Bedienungspersonal gegen derartige Schäden und ihre Folgen so weitgehend als möglich geschützt werden.

Abb. 1. Hochspannungszelle für Einfachsammelschienen, zusammengesetzt aus in Profilen eingepreßten Durofixplatten.

Die AEG entschloß sich daher schon vor mehr als 25 Jahren, Platten aus Duro- oder ähnlichem Material zwischen benachbarten Feldern als Lichtbogenschutz einzubauen, weil dieser Baustoff die Vorteile der Widerstandsfähigkeit gegen Lichtbögen, der mechanischen Festigkeit, der Isolierfähigkeit sowie Herstellungsmöglichkeit in Platten passender Größen und Stärken in sich vereinigte. Die Vorteile dieses Baustoffes erlaubten auch, ihn an einer besonders wichtigen und durch Unfälle gefährdeten Stelle der Schaltanlage, nämlich zwischen Trennschalter und Sammelschienen, als Schutzwand einzusetzen (Abb. 1). Dadurch wird verhindert, daß der beim irrtümlichen Öffnen eines Trennschalters unter Last oder durch andere Ursachen in der Zelle entstehende Lichtbogen an den Sammelschienen weiterwandert und an anderen Stellen der Anlage Unheil anrichtet und etwa in einer anderen Zelle arbeitendes Personal verletzt.

Die lichtbogensicheren Platten können wie die anderen bekannten Bauplatten in die Eisengerüste der Schaltanlagen eingesetzt werden. Bei neuen Anlagen in neuen Gebäuden, in denen während der Bauzeit dauernd Bauschmutz und Schutt entstehen, spielen der durch das Einsetzen der Platten entstehende Staub und Schmutz praktisch keine nachteilige Rolle. Wo hierdurch jedoch Unzuträglichkeiten zu erwarten sind, empfiehlt es sich, die sogenannten Durofixplatten zu verwenden, die fertig in Eisen eingepreßt geliefert und an Ort und Stelle zusammengesetzt werden (Abb. 2), ohne eine Verschmutzung oder Verstaubung der Räume hervorzurufen. Abb. 3 zeigt eine derartige Anlage bei der Anwendung von Einfachsammelschienen mit versenkt eingebauten Relais und Meßgeräten, Abb. 4 eine Schaltanlage nach dem Durofixsystem bei der Anwendung von Doppelsammelschienen, bei der die vorhandenen Geräte und Relais auf der Vorderwand nicht versenkt eingebaut wurden.

Abb. 2. Zusammenstellung einer Schalttafel aus fabrikseitig fertiggestellten Durofixplatten.

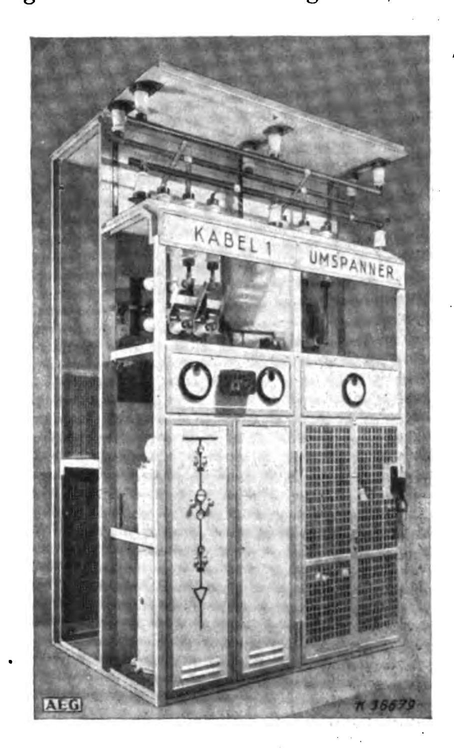


Abb. 3. Hochspannungs-Schaltanlage nach dem Durofixsystem.



Abb. 4. Zweireihige Hochspannungs-Schaltanlage nach dem Durofixsystem.



Dämmerungsanzeiger.

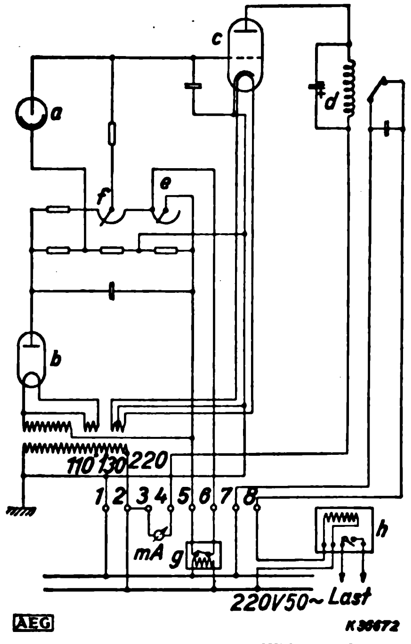
Mitteilung der AEG

Der Dämmerungsanzeiger (Abb. 1) ist die bekannteste Ausführungsform des fotoelektrischen Schwellwertschalters. Er dient dazu, die künstliche Beleuchtung abhängig von der Tageshelligkeit ein- oder auszuschalten und findet Verwendung zur selbsttätigen Steuerung der Beleuchtungsanlagen von Plätzen, Höfen, Durchgängen, Durchfahrten, Warenhäusern und im besonderen Maße als Steuerorgan in Straßenbeleuchtungsanlagen.



Abb. 1. Wechselstrom-Dämmerungsanzeiger.

Erfahrungsgemäß können in Straßenbeleuchtungsanlagen, die entweder zeitabhängig oder von Hand gesteuert werden, unnütze Ausgaben durch ungenaues Ein- oder Ausschalten der Anlagen entstehen. Der fotoelektrische Dämmerungsanzeiger mißt die Tageshelligkeit objektiv; er erfüllt in hervorragendem Maße die Bedingungen, die im besonderen unter Berücksichtigung der Verkehrssicherheit an den Einschaltzeitpunkt der künstlichen Beleuchtung gestellt werden müssen.



a = Fotozelle
b = Gleichrichterröhre
c = Verstärkerröhre
d = Feinrelais
e, f = Widerstände
g = Synchron-Schaltuhr
h = Verzögerungsrelais

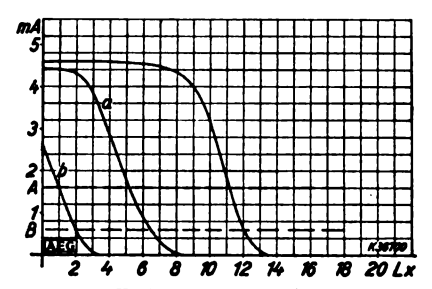
Abb. 2. Schaltung des Dämmerungsanzeigers.

Das wasserdichte Gußgehäuse des AEG-Dämmerungsanzeigers enthält den gesamten Verstärkerteil, ein Feinrelais und unter einer halbkugelig geformten Glasglocke eine Alkali-Fotozelle.

An die Fotozellen der Dämmerungsanzeiger werden besonders hohe Anforderungen gestellt. Ihre Eigenschaften dürfen sich trotz Einwirkung der Sonnenstrahlung und hoher Temperaturänderungen sowie der Feuchtigkeit über große Zeitabschnitte nicht ändern. Die AEG-Fotozellen[1]) erfüllen diese Bedingungen einwandfrei.

Die Schaltung (Abb. 2) ist so getroffen, daß der Anodenstrom im umgekehrten Verhältnis zur Beleuchtung der Fotozelle verstärkt wird; mit zunehmender Helligkeit sinkt also der Anodenstrom in der Verstärkerröhre. Das Feinrelais schließt seinen Kontakt bei Unterschreitung seines Abfallwertes und schaltet den Verbraucher über den Kontakt des mit einer Zeitverzögerung versehenen Zwischenrelais ab. Bei zunehmender Dämmerung steigt der Anodenstrom der Verstärkerröhre wieder an. Eine Einschaltung der Beleuchtung erfolgt, wenn der Ansprechwert für das Feinrelais erreicht wird. Aus Abb. 3 ist ersichtlich, daß in der Normalausführung (ohne Schaltuhr) der Helligkeitswert, bei dem die Ausschaltung erfolgt, um rd. 1 Lx höher liegt als der Wert für das Einschalten.

Zur Steuerung einer Straßenbeleuchtung ist es aber in vielen Fällen erwünscht, die Ausschaltung der Beleuchtung schon bei Helligkeitswerten vorzunehmen, die unterhalb des Einschalthelligkeitswertes liegen; denn das menschliche Auge ist morgens ausgeruht und weist bei geringerer, aber stetig zunehmender Helligkeit das gleiche Sehvermögen wie abends auf. Diese Arbeitsweise kann durch das Zusammenwirken von Dämmerungsanzeiger und einer Synchron-Schaltuhr erreicht werden. Die Schaltuhr schließt etwa um die Mittagszeit den veränderlichen Widerstand e (Abb. 2) im Spannungsteilerkreis kurz, wodurch eine Gittervorspannungsänderung erzielt und die Arbeitscharakteristik in erforderlichem Maße nach links verschoben wird (Abb. 3, Kurve b). Die Kennlinie b wird benutzt, um den Dämmerungsanzeiger abends bei einer Helligkeit von 5 Lx schalten zu lassen. Die Umschaltung von der Kennlinie b auf die Kennlinie a erfolgt um die Mitternachtszeit. Das Verzögerungsrelais schaltet die Beleuchtung sofort ein, jedoch verzögert aus. Die Verzögerung ist einstellbar zwischen 5 und 60 s. Sie verhindert ein vorzeitiges Ausschalten der künstlichen Beleuchtung bei kurz andauernden Aufhellungen, z. B. durch Blitze, Autoscheinwerfer oder durch unbefugtes Anleuchten.



Horizontal-Helligkeit ➤
A = Ansprechwert des Feinrelais B = Abfallwert des Feinrelais
a, b = Kennlinien

Abb. 3. Eichkurve des Dämmerungsanzeigers.

Die wichtigsten technischen Werte des AEG-Dämmerungsanzeigers sind:

	Dämmerungsanzeiger	Synchron-Schaltuhr	Verzögerungsrelais
Nennspannung V (bei 50 Hz)	110, 130 oder 220	110 oder 220	110 oder 220
Abmessungen mm	Grundfläche etwa 350 ⌀ Gesamthöhe etwa 300	etwa 125 × 180 × 140	etwa 115 × 215 × 75
Gewicht kg	16	etwa 1,5	etwa 1,5
Leistungsaufnahme VA	etwa 10	2	5
Mindestschalthelligkeit Lx	zum Einschalten: 5 zum Ausschalten: 2	—	—

[1]) s. AEG-Druckschrift Rs/V 3.

Stellengesuche

Betriebs-Ingenieur

sucht leitende Stellung als Betriebsleiter in mittlerem, feinmechanischem Betriebe zum 1. Januar 1936 oder später. Geboten wird: 25 jähr. Betriebserfahrungen auf dem Gebiete des Meßinstrumentenbaues, Flugbord-Instr., Reglerbau, Reg.-Instrumente, Optik und Mechanik. Angebote erbeten unter E. 6282 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Dr. Ing. (Österreicher)

33 Jahre, langjähriger Hochschulassistent, guter Theoretiker und Praktiker mit überaus reicher Praxis im Prüffeld, der gesamten Meßtechnik und Bau elektr. Schaltapparate, derzeit in Fabrik für elektr. Meßgeräte tätig, mit bester Nachfrage sucht

Lebensstellung

in Betrieb oder E-Werk. Eilzuschriften unter E. 6285 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Elektroingenieur

26 Jahre, mit guten Zeugn., sucht Anfangsstellung mögl. in Elektromotoren- und Transformatorenfabrik. Angeb. mit Gehaltsang. u. E. 6306 an die Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9.

Jung. Elektro-Ingenieur und Meister mit 6 semestr. Stud. sucht Anfangsstellung als Betriebsassistent in Elektrizitäts-, Gas- od. Wasserwerken od. als Konstrukteur. Angeb. unt. E. 6304 an die Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9.

Junger Elektrotechniker

Absolvent staatl. Fachschule mit erstkl. Zeugnissen, gelernter Elektromechaniker, $23^1/_2$ Jahre, mit umfassenden Kenntnissen im Elektromaschinenbau sowie Transformatoren- und Meßinstrumentenbau, sucht Anfangsstelle mit **Konstruktions- oder Prüffeldpraxis**. Angebote unter E. 6309 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Ingenieur

30 Jahre alt, vollkommen selbständig im Projektieren und Berechnen von größeren elektr. Licht-, Kraft- und Hochspannungsanlagen, besitzt konstrukt. Kenntnisse im Schaltwalzen-, Kontroller-, Motoren- und Transformatorenbau, gute Zeugnisse,

sucht entsprechenden Wirkungskreis.

Angeb. erb. unt. E. 6300 an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

DIPL.-INGENIEUR

für Elektrotechnik (Maschinenbau), Absolvent der Wiener T. H., 34 Jahre alt, ledig, Arier, österr. Staatsbürger,

sucht passende Stellung.

Gefl. Zuschriften unter E. 6305 (**1. Januar 1936**) an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

ETZ-Anzeigen verbürgen den größten Erfolg

Elektro-Ingenieur 29 J. alt, m. reich. Erfahrungen im Entwurf u. Bau von Drehkondensatoren, beste Kenntn. in d. **Hochfrequenz-Meßtechnik**, Beherrschg. d. **Normwesens**, gelernt. Mechaniker, H. T. L. mit Auszeichng. abgeschl., sucht selbständ. verantwortungsv. Stellung im Betrieb od. Entwurf zum 1. 3. evtl. 1. 2. 36. Ia Zeugnisse und Referenzen stehen zur Verfügung. Angebote erb. unter E. 6298 an die Anzeigen-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Stellenangebote

Von mitteldeutscher Braunkohlenbergwerksgesellschaft wird zuverlässiger

Einkaufbeamter

mit umfassenden Kenntnissen in elektr. Materialien gesucht. Reflektiert wird nur auf einen Herrn mit guter Allgemeinbildung, dessen Fähigkeiten und Umsicht die Erfüllung der zu stellenden Anforderungen verbürgen. Ausführliche Bewerbungen mit lückenlosen Zeugnisabschriften, Aufgabe von Referenzen und Gehaltsansprüchen erbeten unter E. 6315 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Diplomingenieur der Elektrotechnik

als 1. Betriebsassistent von großem, südwestdeutschem Hüttenwerk für sofort gesucht.

Bewerber müssen gründliche theoretische Kenntnisse sowie mehrjährige Praxis in einem elektrischen Betrieb der Schwerindustrie nachweisen können und befähigt sein, einer größeren Gefolgschaft vorzustehen.

Ausführliche schriftliche Bewerbungen mit handgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, unter Angabe von Gehaltsansprüchen und Referenzen, sowie des frühesten Eintrittstermines erbeten unter E. 6299 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Selbständiger Prüffeld-Ingenieur

von großer Transformatorenfabrik gesucht.

Bewerber, die über reiche Erfahrungen und theoretische Kenntnisse auf dem Gebiete des Großtransformatorenbaues verfügen, werden gebeten, ausführliche Bewerbung mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen usw. einzureichen unter E. 6303 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Selbständiger Konstrukteur

mit besonderen Erfahrungen im Elektro-Apparate- (Röntgen u. Elektromedizin) sowie Hochspannungs-Apparate-Bau gesucht. Angebote erbeten unter E. 6301 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Für das städt. Elektrizitäts- und Wasserwerk Blankenburg (Harz) wird für sofort oder 1. Januar 1936 ein

BUCHHALTER

gesucht, welcher die kaufmännische Buchhaltung beherrscht und abschlußsicher ist. Außerdem werden genaue Kenntnisse und praktische Erfahrungen in der Stromverrechnung, Lagerbuchhaltung und Mahnwesen verlangt. Bewerbungen mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften und Nachweisung der nationalen Zuverlässigkeit sind unter Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Eintrittstermins von nur arbeitsfreudigen Bewerbern einzureichen.

Elektrizitäts- und Wasserversorgung
Blankenburg (Harz)

[6311]

Fortsetzung auf Seite 16



Glasgleichrichteranlagen mit gittergesteuerten Gefäßen.

Mitteilung der AEG.

Das Hauptanwendungsgebiet gittergesteuerter Stromrichtgefäße ist die Gleichrichtung von Wechsel- und Drehstrom. Die hierfür früher benutzten Glas- oder Eisengefäße mit flüssiger Quecksilberkathode ohne Steuergitter haben sich seit langem bewährt. Gefäße mit eingebauten Gittern sind ebenfalls bereits in einer größeren Zahl von Anlagen längere Zeit einwandfrei im Betrieb. Dabei wurden mit gittergesteuerten Glas-Stromrichtgefäßen keine kleineren Brennstundenzahlen erzielt als mit Gefäßen ohne Gitter.

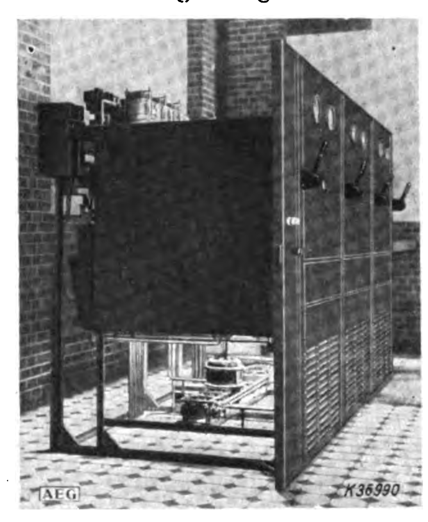


Abb. 1. Gittergesteuerte Glasgleichrichteranlage mit seitlich angeordnetem Regelgestell.

Die zuerst gelieferten Anlagen waren meist mit nur einer Stromrichtereinheit ausgerüstet. Die dabei gesammelten guten Erfahrungen haben dazu geführt, daß nun auch größere Anlagen mit gittergesteuerten Stromrichtgefäßen aus Glas erstellt werden. Die Zahl der Einzelgefäße, die für derartige Anlagen erforderlich ist, hängt von der Wahl der Gefäßform selbst und den gegebenenfalls gewünschten Reserveeinheiten ab.

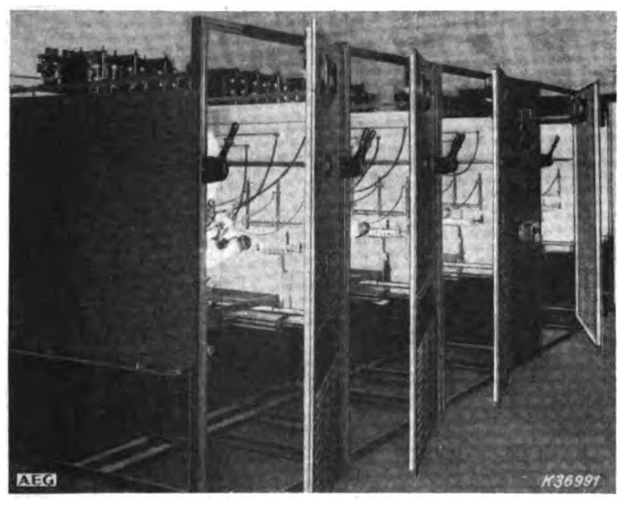


Abb. 2. Gittergesteuerte Glasgleichrichteranlagen mit Regelgestell in der Mitte der Anlage.

Eine von der AEG gelieferte Anlage für 1050 A bei 440/500 V wurde in einem norddeutschen Elektrizitätswerk, eine weitere für 2000 A, 480 V in Westdeutschland erstellt. Bei diesen Anlagen wurde die Gesamtleistung auf 3 bzw. 5 Gefäße verteilt, von denen also jedes 350 oder 400 A liefert. Von den einzelnen Stromrichtgefäßen ist zwar jedes in einem eigenen Gestell untergebracht, das alle erforderlichen Nebenteile, wie Kühlluftvorrichtung, Hilfserregung, Anodendrosseln, Sicherungen, Schalter und Meßgeräte, enthält; der die Anodenspannung liefernde Umspanner und ebenso die Regelvorrichtung sind jedoch gemeinsam, so daß alle Gefäße gleichzeitig ein- bzw. ausgeschaltet und geregelt werden können.

Die Abb. 1 und 2 zeigen Vorderansichten solcher Anlagen. Durch die gleiche und einfache Ausführung dieser Einheiten ergibt sich eine übersichtliche Anordnung. Für die zur Reglung der Gleichspannung erforderlichen Nebengeräte ist in jedem Falle ein besonderes Regelgestell vorgesehen, das seitlich (Abb. 1) oder in der Mitte der Anlage (Abb. 2) aufgestellt werden kann. Die Betätigung der Regelvorrichtung erfolgt von einer Schaltstelle aus. Der in den Abbildungen am Regelgestell sichtbare Drehknopf dient nur dazu, eine Reglung auch in der Anlage selbst vorzunehmen. In allen von der AEG ausgeführten Anlagen erfolgt die Reglung der Gleichspannung nach dem der AEG gehörenden DRP 415 910. Den Gittern der Stromrichtgefäße wird eine Wechselspannung zugeführt, welche die gleiche Frequenz wie die Anodenspannung hat und deren Phasenlage in einfacher Weise durch einen Drehregler verändert werden kann. Dadurch wird in bekannter Weise der Zündeinsatz der Anodenspannung und damit der Mittelwert der erzeugten Gleichspannung geregelt. Wenn Speisung der Gitter mit sinusförmiger Spannung genügt, wird die vom Drehregler gelieferte Spannung mit Hilfsumspanner auf die gewünschte Höhe gebracht. In Fällen, in denen die Gitter eine Erregung mit steiler Gitterspannung verlangen, dienen die Hilfsumspanner auch zur Umbildung der Wellenform der Gitterspannung in eine Kurve mit steilem Spannungsanstieg. Abb. 3 zeigt die Rückseite des Regelgestelles der in Abb. 2 gezeigten Anlage mit dem Drehregler und den für die Erzielung eines steilen Gitterspannungsanstieges erforderlichen Teilen.

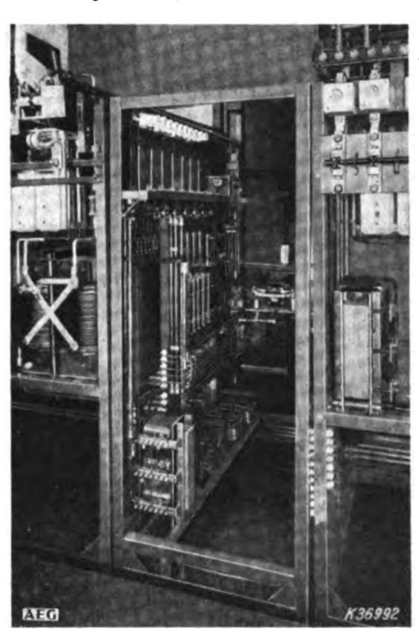
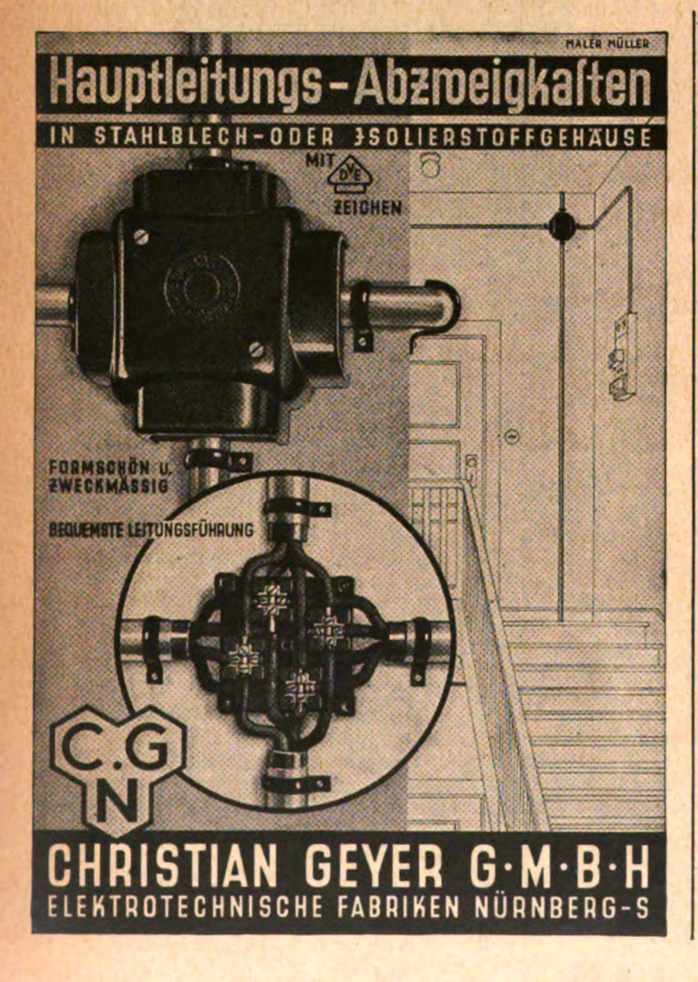
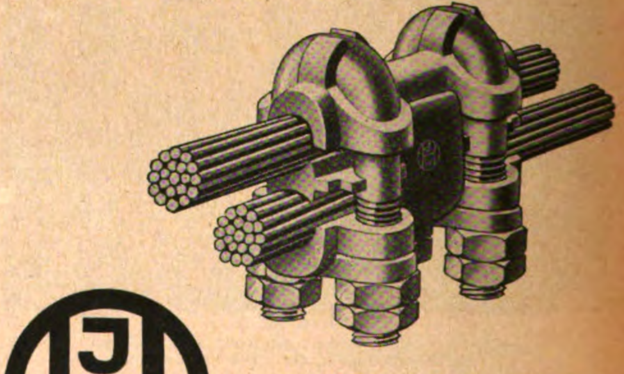


Abb. 3. Rückseite des Regelgestelles nach Abb. 2 mit Drehregler und den zur Erzielung eines steilen Gitterspannungsanstieges erforderlichen Teilen.

Die bisher von der AEG gelieferten Anlagen haben sich im Betrieb gut bewährt; so ist z. B. in einem Fall bereits die Vergrößerung einer gittergesteuerten Anlage auf die doppelte Leistung geplant. Die Anlagen haben auch gezeigt, daß die Erstellung von größeren Anlagen aus Glas-Stromrichtgefäßen mit Spannungsreglung durch Gittersteuerung, richtiger Anordnung, keine Schwierigkeiten macht. Durch die von der AEG auf diesem Gebiet bisher erzielten Ergebnisse ist eine Gewähr dafür geboten, daß solche Anlagen betriebsicher arbeiten.



MALER MÜLLER
Hauptleitungs-Abzweigkasten
IN STAHLBLECH-ODER ISOLIERSTOFFGEHÄUSE
MIT VDE ZEICHEN
FORMSCHÖN U. ZWECKMÄSSIG
BEQUEMSTE LEITUNGSFÜHRUNG
C.G.N
CHRISTIAN GEYER G·M·B·H
ELEKTROTECHNISCHE FABRIKEN NÜRNBERG-S



Gußgekapselte Verteilungskasten für Lichtanlagen.

Mitteilung der AEG

In allen Betrieben ist für jeden Arbeitsplatz vor allem eine Stärke und Gleichförmigkeit der Beleuchtung notwendig. Um dies zu erreichen, muß man entsprechend viele und zweckmäßige Leuchten vorsehen. Auch Raum- und Außenbeleuchtung erfordern eine große Anzahl von Leuchten und damit sehr verzweigte Leitungsnetze, die trotz des großen Umfanges übersichtlich und betriebssicher sein müssen. Fehler müssen leicht auffindbar, Umschaltungen und Erweiterungen ohne große Umbauarbeiten möglich sein.

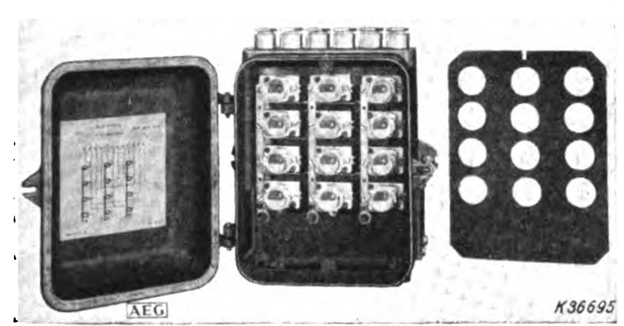


Abb. 1. Lichtverteilungskasten, Form ELK, für sechs zweipolig gesicherte Stromkreise mit oben aufgebauten Stopfbuchsen für Anschluß von Feuchttrennleitungen.

Die AEG liefert eine Reihe von gekapselten Verteiler- und Schaltkasten, bei deren Anwendung in Lichtanlagen die Kabel- und Leitungsverlegung wesentlich vereinfacht wird; die Ersparnisse in der Verlegung überwiegen die Anschaffungs-Mehrkosten für die Geräte. Der Verteilungskasten ELK (Abb. 1) ist für sechs Stromkreise in beliebiger Schaltung bei Gleich- und Wechselstrom ausgeführt und einpolig oder zweipolig gesichert; er enthält alle Verteilungsschienen und Verbindungen. Für das Zuleitungskabel kann je nach Querschnitt der entsprechende Endverschluß vorgesehen werden; der Anschluß erfolgt unmittelbar nach Einführung des Kabels im Kasten an hierfür besonders vorgesehene Anschlußschrauben, so daß ein Aufteilen und Durchführen des Kabels durch den Kasten fortfällt.

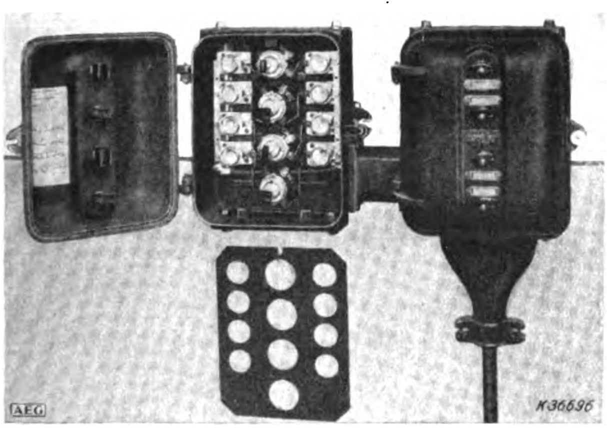


Abb. 2. Verteilerkasten, Form ELS, zweipolig, 25 A, 250 V, mit Sicherungen und Paketschalter.

Auch für die sechs Ableitungen ist leichte Anschlußmöglichkeit gegeben. Im oberen Flansch sind sechs Gewindelöcher Pg 21 vorgesehen für Anschluß von Stahlpanzerrohr oder Feuchtraumleitungen NBU bzw. NBEU bei Verwendung von Stopfbuchsen. Der Kastendeckel hat Gelenke und Kordelschrauben- oder Steckschlüsselverschluß, so daß ein schnelles Auswechseln der Sicherungen bzw. Einschalten der Elfa-Automaten möglich ist. Gegen Berühren spannungsführender Teile schützt eine Abdeckung; Nulleiter und Erdanschlüsse sind ebenfalls vorhanden.

Eine gleiche Form dieser Verteilerkasten, jedoch mit außen bedienbaren Schaltern für vier Stromkreise zeigt Abb. 2. Diese Form wird in Räumen verwendet, in denen auch die zugehörigen Leuchten liegen. Eine andere Ausführung für sechs Stromkreise ist dadurch entstanden, daß auf den erwähnten Verteiler ELK ein Schalterkasten, Form SV, mit sechs Paketschaltern aufgesetzt wurde, so daß im unteren Teil nur die Sicherungen mit den Verteilerschienen und im oberen Teil die sechs Schalter angeordnet sind (Abb. 3).

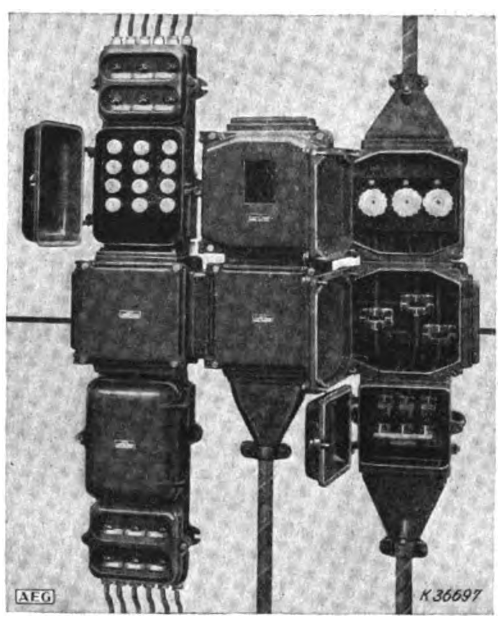


Abb. 3. Gußgekapselte Schaltanlage, Bauform U, mit links oben und unten angebauten Verteilerkasten Form ELK/SV.

Sämtliche Verteilerkasten können nicht nur einzeln verwendet werden, sondern mit Hilfe der in den Gehäusen seitlich vorgesehenen Flanschen zu beliebig großen Verteilergruppen zusammengebaut werden. Ferner sind die Verteiler zum Anbau an gußgekapselte Schaltanlagen, Bauform N oder U, geeignet, wodurch eine Zusammenfassung der Kraft- und Lichtstromkreise, wie dies meist gewünscht wird, möglich wird.

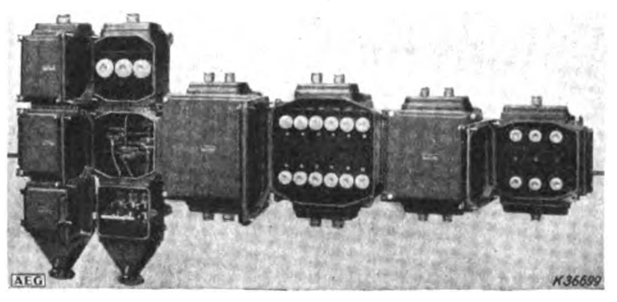


Abb. 4. Verteilungsanlage, Bauform U, mit Abzweigsicherungskasten für zwei und vier Abzweige, 60 und 25 A.

Weitere Verteilerkasten sind besonders für die Bauform U entwickelt. Diese Kasten sind außer mit den Sammelschienen-Durchführungen auch mit Sicherungen für mehrere Stromkreise versehen, deren Ableitungen nach oben und unten geführt werden. Abb. 4 zeigt eine Anlage mit Verteilerkasten für verschiedene Stromstärken und Stromabzweige.



Stellengesuche

Zählerrevisor!

35 Jahre, 16 jährige Praxis, ungekündigt, Spezialfachmann für Eichungen, Fernsteueranlagen, Straßenbeleuchtg,. Schaltuhren u. Tarifwesen, **sucht** neuen Wirkungskreis. Offert. unt. **M. 1729** an **Anzeigenfrenz, Wiesbaden.** [6347]

Für die mechan. Entwicklung von Funkgeräten sucht erfahr. u. ideenreich. **Konstrukteur** Dauerstellung. Es wird große Erfahrung im Bau von Rundfunkempfängern gebot. Über 3jährige Konstruktionspraxis bei einer d. größten deutschen Radiofabriken, z. Z. in ungekünd. Stellg. Ang. erbet. unt. **E. 6349 (D.R.1521)** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Dipl.-Ing.

(T. H, Hannover) **sucht** Anfangsstellg. als Hochfrequenzingenieur. Angebote unter **E. 6382** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten,

Dr.-Ingenieur

30 Jahre alt, Arier, NSDAP.-Mitglied, tätig als Sachbearbeiter (technisch und wirtschaftlich) für Elektrowärme (Haushalt, Großküchen und Gewerbe)

sucht

selbständige, entwicklungsfähige Stellung. Geboten werden EW-Erfahrungen (Netzbau- und Unterhaltung, Installation und Abnahme, VDE-Vorschriften) gründliche wärmetechn. Kenntnisse und Erfahrungen auf dem Gebiet der Prüfung und Verwendung von Elektrowärmegeräten. Gute Auffassungsgabe und selbständiges Arbeiten sichern eine schnelle Einarbeitung. Angebote mit näheren Angaben über Art der Stellung u. Gehaltsangebote erb. u. **E. 6353** an die Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9.

Elektro-Ingenieur

35 Jahre alt, Absolvent einer höheren Maschinenschule, gelernt. Ankerwickler; mit 8jähr. Monteur-Praxis im elektr. Maschinenbau, Freileitungs- u. Kabelmontage; und 8jähr. Ing.-Tätigkeit bei gr. E.Werken, zuletzt 4 Jahre Bezirksingenieur der Kabelnetzabtlg. einer Großstadt, sucht Stellung. Eintritt kann sofort erfolgen. Ang. erb. u. **E. 6366** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9.

Elektro-Diplom-Ing. T. H. Darmstadt, 34 Jahre alt, guter Theoretiker, mit vielseit. prakt. Ausbildg., techn. u. kaufm., mit besond. Erfahrg. in Entwicklung, Fertigung u. Prüfung von **Hoch- u. Niederspannungs-Schaltgeräten, Schutz- u. Melderelais,** gut. Kenner der V. D. E.-Vorschrift., zielbew. u. energ., Führersch. (S. A.), seit 8 J. bei Großfirma, in ungek. Stellg., **sucht** neuen, ausbaufäh. Wirkungskreis, bevorzugt techn. Prüfamt od. Außendienst. Übernehme auch selbst. Vertretg. Ang. u. **E. 6345** an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

CHEFKONSTRUKTEUR

(Dipl.-Ing., Hochfrequenztechn., 34 J.) bek. Fabr. f. Rundfunkempfangsger., mehrjähr. Erf. in Konstr., Labor. u. Betrieb, vertraut mit Patentw., selbst. Korresp., sucht neuen Wirkungskreis. Angebote erbet. u. **E. 6370** an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Oberingenieur

T.H.Darmstadt, Arier, absolut selbst. arbeit. Person, langjährige Erfahr. im Bau von Elektromotoren u. Transformatoren in leit. Stelle, Berechnung, Entwurf, Fabrikation, Patentwes.. Entwicklungsarbeiten, Sprachenkenntnisse, **sucht** größeren Wirkungskreis an verantwortungsvoll. Stelle, beste Zeugnisse vorhanden. Ang. erbet. unt. **E. 6369** an die Anz.-Abt. der ETZ, Bln. SW 9.

Fortsetzung auf Seite 16.



Kurzschlußversuche im 3-kV-Kabelnetz des Städtischen Elektrizitätswerkes Erfurt

Mitteilung der AEG

Das Städtische Elektrizitätswerk Erfurt führte nach Einbau von Distanzrelais in seinem 3-kV-Netz in Zusammenarbeit mit der AEG Kurzschlußversuche durch *), die den Beweis erbringen sollten, daß trotz starker Vermaschung nur die kranke Kabelstrecke in kürzester Zeit abgeschaltet wird und daß sich der Fehler im 3-kV-Netz außerdem nicht auf das angeschlossene Hochspannungs-Speisenetz auswirkt.

Bisher war das 3-kV-Netz mit unabhängigen Ueberstrom-Zeitrelais ausgerüstet, die wegen ihrer starren Zeiteinstellung nur Stichleitungsbetrieb zuließen. Durch

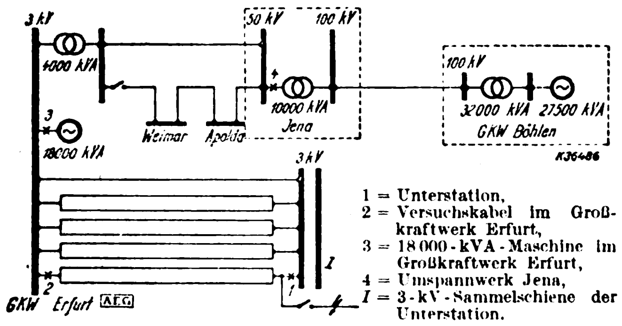


Abb. 1. Schaltung für die Kurzschlußversuche.

die Hintereinanderschaltung mehrerer Relais war man wegen der Staffelung gezwungen, im Großkraftwerk (GKW) Erfurt hohe Zeiteinstellungen zu wählen, die bei Kurzschluß eine starke Beanspruchung der Kabel bedeuteten und durch die das angeschlossene Hochspannungsnetz stark der Gefahr des Pendelns ausgesetzt war. Außerdem fehlte noch bei den Parallelkabeln die Selektivität der Abschaltung und die Möglichkeit von Schaltungsänderungen.

Aus diesem Grunde wurden sämtliche Parallelkabel zwischen dem GKW Erfurt und seiner Unterstation beiderseitig mit AEG-Selektiv-Relais ausgerüstet (Abb. 1). Die Auslösezeit wurde so gewählt, daß Fehler in der Nähe des GKW mit einer Zeit von 0,5 s abgeschaltet werden. Für Fehler am Ende des entsprechenden Kabels beträgt die Auslösezeit 1 s. Die Relais in der Unterstation erhielten eine gleichbleibende Auslösezeit von etwa 0,6 s. Diese Relais haben nur die Aufgabe, richtungsempfindlich zu arbeiten und das kranke Kabel möglichst schnell von der rückseitigen Speisung abzuschalten.

Außer dem GKW Erfurt, das zu diesem Zwecke die 18 000-kVA-Maschine in Betrieb genommen hatte, beteiligte sich an den Versuchen noch das GKW Böhlen mit einer 27 500-kVA-Maschine. Beide Kraftwerke waren über eine 100- und eine 50-kV-Leitung gekoppelt. Die Zusammenschaltung erfolgte über einen 10 000-kVA-Umspanner. Als Vorbelastung waren die Städte Weimar und Apolda angeschlossen. Die Kurzschlußstelle befand sich auf einem der geschützten Doppelkabel kurz vor der Unterstation.

Die Abschaltzeiten der Relais wurden mit Synchronuhren gemessen, die selbsttätig durch das Ansprechglied der Relais ein- und ausgeschaltet wurden; außerdem erfolgte eine Prüfung der Zeit durch oszillographische Messungen, die eine Beurteilung der Pendelerscheinungen zwischen beiden Kraftwerken gestatteten. Durch schnellarbeitende Störungsspannungsmesser und Stromschreiber wurden die Pendelungen ferner im Umspannwerk Jena aufgezeichnet.

Von den fünf Versuchen, die sämtlich ein günstiges Ergebnis zeitigten, sind hier zwei herausgegriffen.

Bei dem Versuch 1 (Abb. 2A) wurden zwei Adern des Versuchskabels auseinandergespreizt und durch einen dünnen Draht überbrückt. Wegen des geringen Abstandes der Adern entwickelte sich der zweipolige Kurzschluß in kurzer Zeit zu einem dreipoligen. Die Abschaltung des Fehlers erfolgte in der Unterstation innerhalb 0,55 s. Eine Auslösung der Relais im Kraftwerk erfolgte nicht, weil nach 0,9 s der Lichtbogen von selbst verlöschte. Der Kurzschluß wirkte sich auf das angeschlossene Hochspannungsnetz nur gering aus. Der Ausgleichvorgang klang nach fünf Pendelungen mit zwei leichten Schwankungen innerhalb 2 s ab. Der völlige Synchronismus war nach 4,5 s wieder erreicht. Das rasche Arbeiten der Relais hat ein Außertrittfallen der beiden Maschinen verhindert, obwohl die beiden Kraftwerke offensichtlich nach dem Oszillogramm die Phasenopposition durchlaufen haben.

Bei dem Versuch 4 (Abb. 2D) wurde ein praktisch vorkommender Kabelfehler nachgebildet, indem durch Kreuzlöcher dünne Drähte gezogen wurden. Die Abschaltung des Fehlers erfolgte in der Unterstation innerhalb von 0,55 s. Auch hier lösten die Relais im Kraftwerk nicht aus, weil durch die Vergasung der Kabelmasse der Lichtbogen nach 0,74 s verschwand. Die geringe Betriebspannung war nicht in der Lage, einen neuen Ueberschlag einzuleiten. Das Oszillogramm zeigte fünf kräftige und zwei schwächere Strompendelungen. Der Ausgleichvorgang war wieder innerhalb 4,5 s verschwunden. Nach den Messungen kann angenommen werden, daß sich die Polräder etwa dreimal überschlagen haben, worauf das Einschwingen in den Normalzustand erfolgte. Trotz der heftigen Ausgleichvorgänge haben sich die Kraftwerke infolge der raschen Abschaltung der Störung wieder gefangen,

Die Ergebnisse dieser sowie der übrigen Versuche beweisen eindeutig, daß der Selektivschutz der AEG eine schnelle selektive Abschaltung der kranken Kabelstrecke erreicht und dadurch jede Auswirkung auf das angeschlossene Speisenetz verhindert.



A = Oszillogramm des ersten Versuches,
D = Oszillogramm des vierten Versuches,
J_k = Kurzschlußstrom des Kabels, in dem der künstliche Kurzschluß eingelegt wurde, gemessen im GKW Erfurt,
J_M = Kurzschlußstrom der 18 000-kVA-Maschine im GKW Erfurt,
E_M = Verkettete Spannung der 18 000-kVA-Maschine,
a = Zeitpunkt des Einschaltens des Kurzschlusses,
b = Zeitpunkt des Verschwindens des Kurzschlusses,
c = Zeitpunkt des Öffnens des Stromwandlers, der zum Schutze der Meßschleife bis zum Abklingen des Stoßkurzschlußstromes kurzgeschlossen wurde.

Abb. 2. Versuchs-Oszillogramme.

*) s. auch AEG-Mitteilungen 1935, H. 6, S. 205.



Elektrotechnische Zeitschrift

Für die Wissenschaftliche Leitung bestimmte Sendungen sind nicht an eine persönliche Adresse zu richten, sondern nur an die **Wissenschaftliche Leitung der Elektrotechnischen Zeitschrift**, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus. Fernsprecher: C 4 Wilhelm 1955.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und bei Originalartikeln nur mit Genehmigung der Wissenschaftlichen Leitung und des Verlages gestattet.

SONDERDRUCKE werden nur auf rechtzeitige Bestellung und gegen Erstattung der durch den besonderen Druck entstandenen Selbstkosten geliefert. Den Verfassern von Originalbeiträgen stehen bis zu 5 Expl. des betr. vollständigen Heftes kostenfrei zur Verfügung, wenn uns ein dahingehender Wunsch bei Einsendung der Handschrift mitgeteilt wird. Nach Druck des Aufsatzes erfolgte Bestellungen von Sonderabdrucken oder Heften können in der Regel nicht berücksichtigt werden.

Die **Elektrotechnische Zeitschrift**

erscheint in wöchentlichen Heften und kann im **In-** und **Ausland** durch jede Sortimentsbuchhandlung und jede Postanstalt bezogen werden. Bezugspreise für In- und Ausland: jährlich RM 40,—; vierteljährlich RM 10,—; monatlich RM 3,50. Hierzu tritt bei direkter Zustellung unter Streifband das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post (nur vierteljährlich) die postalische Bestellgebühr. Einzelheft RM 1,50 zuzüglich Porto.

Anzeigenpreise und -bedingungen

Preise: Die gewöhnliche Seite RM 272,—, 1/2-, 1/4-, 1/8-seitige Anzeigen anteilig, desgleichen für Gelegenheitsanzeigen; für kleinere Größen bis herab auf eine 1/64 Seite, ebenfalls anteilig.

Rabatt: bei jährlich	3	6	13	26	52maliger Aufnahme
	3	5	10	15	20 %

Gelegenheitsanzeigen sind sogleich bei Bestellung ebenfalls auf Postscheckkonto 118 935 Berlin, Julius Springer, zahlbar unter gleichzeitiger entsprechender Benachrichtigung an die Anzeigenabteilung des Verlages.

Stellengesuche RM 181,30 netto die Seite; Seitenteile entsprechend. Aufnahme nach Eingang der Zahlung.

Ziffernanzeigen. Für Annahme und freie Beförderung einlaufender Angebote wird eine Gebühr von mindestens RM 1,— berechnet.

Für besondere Plätze Aufschlag nach vorheriger Vereinbarung.

Beilagen: Preis für je 1000 Beilagen (bis je 25 g Gewicht) einschl. Postgebühr 20,— RM, Zahl der erforderlichen Beilagen auf Anfrage. **Erfüllungsort** für beide Teile Berlin-Mitte.

Schluß der Anzeigenannahme: Montag vormittag 8 Uhr

Anfragen und Sendungen für die Elektrotechnische Zeitschrift sind zu richten:

für Anzeigen oder sonstige geschäftliche Fragen an die Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24.

Drahtanschrift: Springerbuch Berlin. Fernsprecher: Sammelnummer: B 1 Kurfürst 8111.

Sämtliche in der ETZ besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle deutschen Buchhandlungen zu beziehen.

Bank- und Postscheckkonten

für Anzeigen, Beilagen, Sonderdrucke:
Reichsbank-Girokonto: Deutsche Bank und Disconto-Gesellschaft, Depositenkasse C, Berlin W 9.
Postscheckkonto Berlin Nr. 118 935. Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9.

An die Vereinsmitglieder, Verbandsmitglieder und Postbezieher der E. T. Z.

Beim Ausbleiben von Heften sind Beschwerden nicht an den Verlag, Verein oder Verband, sondern sofort an das zuständige Postamt zu richten.

Bei Wohnungswechsel ist an das Postamt der alten Wohnung rechtzeitig ein Antrag auf Überweisung nach der neuen Wohnung zu stellen. Für die Überweisung ist eine Gebühr von RM 0,50 zu entrichten, wenn ein anderes Postamt in Frage kommt.

Die Mitglieder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und des Elektrotechnischen Vereins haben ihren Wohnungswechsel außerdem der Geschäftsstelle ihres Gaues mitzuteilen, und zwar die alte und neue Anschrift.

Die Erneuerung der Abonnements muß, um Störungen in der Zustellung zu vermeiden, stets rechtzeitig seitens der Bezieher erfolgen.

Selbsttätige Glasgleichrichteranlage für Bahnbetrieb

Mitteilung der AEG

Das Elektrizitätswerk Jena hat im Jahre 1934 die Straßenbahnlinie Jena—Burgau bis nach Lobeda verlängert. Da die vorhandenen Betriebsmittel in der Zentrale nicht genügten, um die verlängerte Fahrleitung zu speisen, wurde ein besonderer Speisepunkt mit einer Glasgleichrichteranlage neu errichtet, der in der Nähe einer größeren Siedlung liegt und diese gleich-



Abb. 1. Gebäudeansicht der Station.

zeitig mit Drehstrom-Niederspannung versorgt. Die Anlage wurde an die vorhandene Hochspannungsfreileitung 10 kV durch Kabelanzapfung angeschlossen (Abb. 1).

Die von der AEG gelieferte Glasgleichrichteranlage ist für 300 A in sechsphasiger Schaltung vorgesehen (Abb. 2). Die Gleichstrom-Bahnspannung beträgt 570 V und wird mit Rücksicht auf den Bahnbetrieb nicht geregelt.

Der Umspanner für den Gleichrichter wird mit Hilfe eines dreipoligen AEG-Hochleistungs-Druckgasschalters Reihe 10*) für 350 A Nennstrom, Abschaltleistung 100 MVA, geschaltet (Abb. 3). An dem Schalter ist ein Druckluftantrieb für einen Betriebsdruck von 7 ... 9 atü angebaut. Die Druckluft selbst wird mit Hilfe eines auf den Druckgasbehälter aufgebauten, selbsttätig arbeitenden Motorverdichters erzeugt.

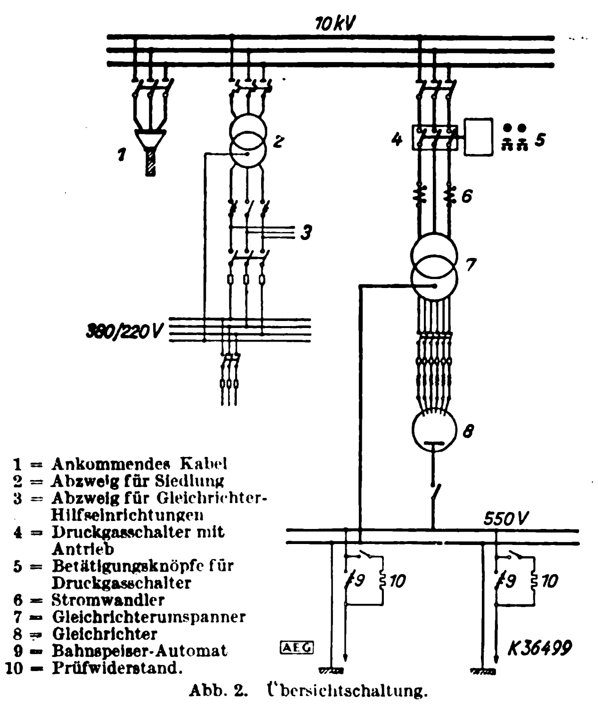
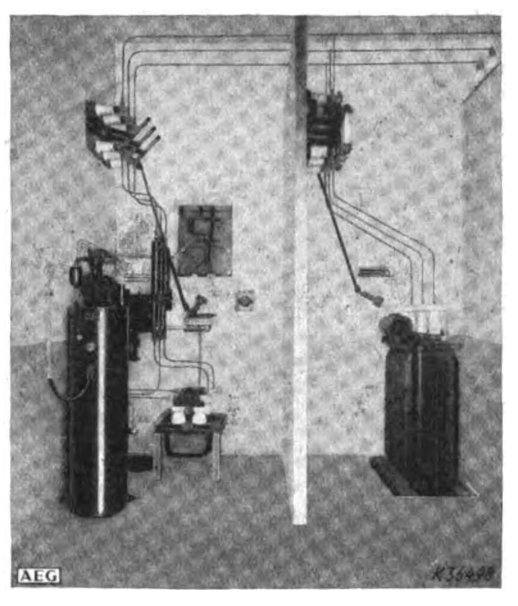


Abb. 2. Übersichtschaltung.

Das Ein- und Ausschalten des Gleichrichters erfolgt mit Hilfe einer einstellbaren Schaltuhr in Abhängigkeit von den Fahrplanzeiten. Der Gleichstrom wird auf eine Sammelschiene geführt; von hier aus wird die Fahrleitung über zwei Bahnspeiser-Automaten**) mit Strom versorgt. Diese werden durch Wiedereinschaltrelais über einstellbare Zeitrelais betätigt; außerdem ist ein mechanisches Verrieglungswerk vorgesehen. Die selbsttätige Wiedereinschaltung der Automaten ist von der Bedingung abhängig, daß der Kurzschluß beseitigt ist bzw. daß sich der Belastungsstrom innerhalb zulässiger Grenzen hält. Für die selbsttätige Streckenprüfung wird über ein Relais der Spannungsabfall des-



Links: Druckgasschalter für Gleichrichterumspanner.
Rechts: Siedlungsumspanner mit Trennsicherungen.
Abb. 3. Hochspannungsraum.

jenigen Stromes gemessen, der in dem vorgesehenen Widerstand auftritt. Je nachdem, ob die Strecke kurzschlußfrei ist oder nicht, wird der Automat eingeschaltet, oder er verriegelt sich nach fünf erfolglosen Einschaltversuchen. Nach der sechsten, der Verrieglungsschaltung muß das Relais von Hand zurückgestellt werden.

Für den reinen Überlastungsschutz ist im Gleichrichter ein Überstromrelais eingebaut, während Fehler im Gleichrichter selbst und im Umspanner durch einen Schutzschalter, der als zweipoliges Überstromrelais wirkt, abgeschaltet werden. Der Schutzschalter bringt beim Ansprechen den Druckgasschalter mechanisch zur Auslösung. Durch diese Anordnung ist — außer dem Siedlungsumspanner — eine besondere Hilfsstromquelle weder für die betriebsmäßige Auslösung, noch für die Auslösung und Blockung bei Störungen erforderlich.

Die Überwachung des Motorlüfters für den Glaskörper erfolgt über einen Elfa-Automaten und Widerstand in Abhängigkeit von der Stellung einer Windklappe. Wenn eine Störung am Lüfter vorliegt, so bleibt der Kontakt der Windklappe geschlossen, und der durch den Widerstand begrenzte Strom führt nach kurzer Zeit über den Hilfskontakt des Elfa-Automaten zur Auslösung der Anlage. Nach Behebung des Fehlers und vor der Wiedereinschaltung muß der Elfa-Automat von Hand wieder zurückgestellt werden.

Als weitere Schutzeinrichtung ist noch ein Buchholzschutzrelais vorgesehen. Im Winter erfolgt die Vorwärmung des Glaskörpers durch eine Heizeinrichtung, die sich in Abhängigkeit von einer Schaltuhr selbsttätig zu- und abschaltet. Die Station hat seit der Inbetriebsetzung im September 1934 gut gearbeitet.

*) s. AEG-Druckschrift TRO/V 1200.
**) s. auch AEG-Mitteilungen für Bahnbetriebe, 1933, Heft 15, S. 10.


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 08040 0891



